



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

TÍTULO

Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del municipio de Muelle de los Bueyes (RAAS).

AUTORES

Br. Donald Miguel Pérez Leiva
Br. Mauricio José Zúniga Estrada

TUTOR

Ing. Juan José Ruíz Calderón

Managua, 16 de marzo de 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

PÉREZ LEIVA DONALD MIGUEL

Carne: **2009-29191** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los doce días del mes de mayo del año dos mil catorce.

Atentamente,



Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

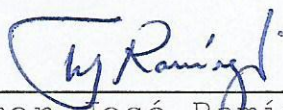
El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

ZÚNIGA ESTRADA MAURICIO JOSÉ

Carne: 2009-30202 Turno Diurno Plan de Estudios 972A de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERIA MECANICA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cuatro días del mes de marzo del año dos mil catorce.

Atentamente,



Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad

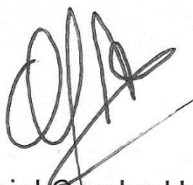


DECANATURA

A: Br. Donald Miguel Pérez Leiva
DE: Facultad de Tecnología de la Industria
FECHA: Miércoles 15 de enero de 2014

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado **"Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)"**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y que contara con el Ing. Juan José Ruíz Calderón, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,



Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



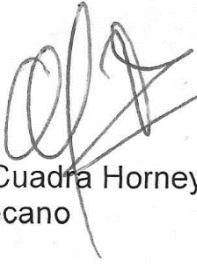
Cc: Archivo

DECANATURA

A: Br. Mauricio José Zúniga Estrada
DE: Facultad de Tecnología de la Industria
FECHA: Martes 22 de abril del 2014

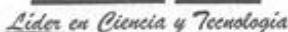
Por este medio hago constar que la solicitud para poder ser integrante del trabajo de Investigación Titulado **"Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)"**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y que contara con el Ing. Juan José Ruiz Calderón, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo



Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Donald Miguel Pérez Leiva
 Mauricio José Zúñiga Estrada

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Lunes 19 de Mayo del 2014

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **“Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)”**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. Juan José Ruiz Calderón, como profesor guía ha sido aprobado para el martes 08 de julio del 2014.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo

DECANATURA

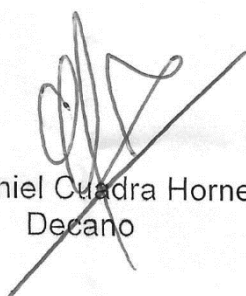
A: Brs. Donald Miguel Pérez Leiva
 Mauricio José Zúniga Estrada

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Lunes 28 de Julio del 2014

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **"Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)"**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. Juan José Ruiz Calderón, como profesor guía ha sido aprobado para el Lunes 08 de Septiembre del 2014.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo



Líder en Ciencia y Tecnología

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA


A: Brs. Donald Miguel Pérez Leiva
Mauricio José Zúniga Estrada

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Lunes 08 de Septiembre del 2014

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **"Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)"**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. Juan José Ruiz Calderón, como profesor guía ha sido aprobado para el Lunes 10 de Noviembre del 2014.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo

DECANATURA

A: Brs. Donald Miguel Pérez Leiva
 Mauricio José Zúniga Estrada

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Viernes 23 de Enero del 2015

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado "**Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón, del Municipio del Muelle de los Buelles (RAAS)**". Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. Juan José Ruiz Calderón, como profesor guía ha sido aprobado para el Lunes 16 de Marzo del 2015.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo



Dedicatoria

A Dios en primer lugar, porque él es quien nos dio la vida, la inteligencia y sabiduría, por cuidarme y protegerme de todo lo malo y darme la oportunidad de haber logrado esta meta.

A mis padres por haberme guiado por el buen camino y por darme su confianza y apoyo.

A mis hermanas, amigos, maestros y compañeros de clase por su ayuda incondicional que cada uno de ellos me dieron.

Donald Perez



Resumen del tema

En el presente proyecto se diseñó el sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la Finca el Limón. Para el consumo propio de su habitante y la posibilidad de venderles este tipo de fuente natural a las casas aledañas a la Finca.

Con la información necesaria se empezó a trabajar en el diseño del proyecto. Se realizó un censo para determinar el número de habitantes de la población, se propuso una dotación de agua para cada habitante basándose en las normas respectivas, luego se calculó la población futura, el caudal medio y los caudales que sirvieron para la distribución y conducción del agua. Para la conducción se diseñó la potencia de la bomba, el diámetro clase de la tubería a utilizar. También se seleccionó el tanque de almacenamiento. También se debe mencionar el análisis fotovoltaico con la selección de 6 paneles de 250Wp capaz de trabajar a un caudal de 10GPM a una altura de bombeo de 53m satisfaciendo las demandas del proyecto. Así mismo se hicieron costos y presupuesto de los materiales a utilizar durante el proyecto, señalando también el mantenimiento de los equipos que van hacer instalados durante la operación

El resultado final del estudio es presentado por medio de este informe que incluye la investigación monográfica, cálculo hidráulico completo, Selección de paneles, presupuesto, y los planos del proyecto.



Índice general

Contenidos	pág.
CAPÍTULO I	
Generalidades	
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPITULO II	
Marco Teórico o conceptual	5
2.1. Conceptos	6
2.2. Hidráulica	8
2.2.1. Propiedades de los fluidos	8
2.2.2. Cavitación y golpe de ariete	9
2.2.3. Pasos para la selección de la bomba	10
2.2.4. Condiciones de operación	10
2.2.4.1. Caudal	10
2.2.4.2. Altura manométrica total	11
2.2.4.3. Rendimiento y potencia absorbida	13
2.2.5. Análisis de flujo en la tubería	14
2.2.5.1. Flujo Laminar	14
2.2.5.2. Flujo Turbulento	15
2.3. Fuente de energía fotovoltaico para el bombeo de agua ..	15
2.3.1. Definición	15
2.3.2. Funcionamiento	15
2.3.3. Módulos fotovoltaico	16



2.3.4. Celdas o cédula fotovoltaica	17
2.3.5. Marco de vidrio y aluminio	18
2.3.6. Tipos de módulos fotovoltaico	18
2.3.7. Potencia	18
2.3.8. Baterías	19
2.3.8.1. Características de las baterías	19
2.3.8.2. Mantenimiento y vida útil	20
2.3.9. Regulador y controlador de carga	20
2.3.10. Inversores	20
2.3.10.1. Definición	20
2.3.10.2. Función	20
2.3.11. Ventajas de un sistema FV	21
2.4. Control de nivel de líquido	21
2.4.1. Definición	21
2.4.2. Clases de medición del nivel de líquido	22
2.4.3. Aplicaciones de las mediciones de nivel	22
2.4.4. Métodos de medición de nivel líquido	22
2.4.4.1. Métodos directos	22
2.4.4.2. Métodos Indirectos	23
2.5. Tipos de mantenimiento	25
2.5.1. Mantenimiento preventivo	25
2.5.2. Mantenimiento correctivo	25
2.5.3. Mantenimiento predictivo	25

CAPITULO III

Análisis y presentación de resultados	26
a) Presentación de Resultado	27
3.1. Descripción general del lugar	27
3.1.1. Ubicación y localización	27
3.1.2. División Política	27
3.1.3. Clima	27



3.1.4. Aspectos Productivos	27
3.2. Sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en Finca el Limón	28
3.2.1. Descripción general del proyecto	28
3.2.2. visita preliminar al campo	29
3.2.3. Aforo de la fuente	29
3.2.4. Bases de diseño	30
3.2.5. Calculo de población futura	30
3.2.5.1. Tasa de crecimiento poblacional	30
3.2.5.2. Periodo de diseño	30
3.2.5.3. Población futura	31
3.2.5.4. Dotaciones	32
3.2.6. Factores de consumo y caudales de diseño	32
3.2.6.1. Caudal promedio diario	32
3.2.6.2. Caudal máximo diario	33
3.2.6.3. Caudal máximo horario	34
3.2.6.4. Caudal de bombeo	34
3.3. Diseño hidráulico	34
3.3.1. Selección de la tubería y accesorios en la línea de succión y descarga	35
3.3.1.1. Tubería de succión	35
3.3.1.2. Tubería de descarga	36
3.3.1.3. Accesorios	36
3.3.2. Diámetro más económico	38
3.3.2.1. Diámetro más económico para la línea de alimentación	39
3.3.2.2. Diámetro más económico para la tubería desde la pila de captación al tanque de almacenamiento ...	39
3.3.3. Clases y presiones de trabajo de tuberías	40
3.3.4. Velocidades permisibles en tuberías	40
3.3.5. Carga dinámica total	41



3.3.5.1. Pérdidas por altura en la conducción	41
3.3.5.2. Pérdidas por fricción en tuberías	42
3.3.5.3. Pérdidas por fricción en la tubería de succión...	42
3.3.5.4. Pérdidas por fricción en la tubería de descarga	43
3.3.5.5. Pérdidas menores	44
3.3.5.6. Altura de reserva	44
3.3.6. Verificación del golpe de ariete	45
3.3.7. Calculo del PNSH disponible	47
3.3.8. Selección de la Bomba	48
3.3.9. Potencia del equipo de bombeo	50
3.3.9.1. Selección de la potencia de la bomba según la La curva característica	50
3.3.9.2. Calculo de eficiencia de la bomba	51
3.4. Obras Hidráulicas	51
3.4.1. Caja de captación	51
3.4.2. selección del tanque de almacenamiento	52
3.4.2.1. Generalidades	52
3.4.2.2. Capacidad	53
3.4.2.3. Localización	55
3.5. Selección de paneles fotovoltaico	55
3.5.1. Datos meteorológico de radiación solar	55
3.5.2. Identificación del potencial del recurso solar del Municipio del Rama	56
3.5.3. Identificación de la demanda energética	57
3.5.4. Cálculo del número y capacidad de paneles fotovoltaico	57
3.5.5. Cálculo del número y capacidad de la batería	58
3.5.5.1. Capacidad de las baterías	58
3.5.5.2. Número de baterías	59
3.5.6. Cálculo de la capacidad del controlador	59
3.5.7. Cálculo de la capacidad del inversor	60
3.5.7.1. Características de un inversor	60



3.5.8. Selección de conductores eléctrico	61
3.5.8.1. Del panel FV –controlador	61
3.5.8.2. Del controlador-inversor	61
3.5.8.3. Del controlador-batería	61
3.5.8.4. Del inversor-panel de carga	61
3.5.8.5. Del panel de carga-bomba	62
3.6. Caseta de bombeo	62
3.7. Selección del control de nivel del líquido	63
3.7.1. Funcionamiento	64
3.8. Mantenimiento del sistema de bombeo de agua	65
3.8.1. Planificación de mantenimiento según su frecuencia ..	66
3.8.1.1. Paneles Fotovoltaico	66
3.8.1.2. Motor – Bomba	69
3.9. Costos y presupuestos para la instalación del sistema	
de bombeo de agua	70
3.9.1. Costos totales del proyecto	70
3.9.2. Presupuesto	73
b) Análisis de Resultado	74

CAPITULO IV

4.1. Conclusiones	78
4.2. Recomendaciones	79

CAPITULO V

5.1. Bibliografía	81
-------------------------	----



Índice de figuras

Orden	Contenido	pág.
2.1.	Esquema de la altura manométrica total en diversos sistemas de agua potable con bombas de eje horizontal ..	12
2.2	Flujo laminar- perfil de velocidad	14
2.3	Flujo turbulento- perfil de velocidad	15
2.4	Esquema de instalación de un módulo fotovoltaico	16
2.5	Modulo fotovoltaico	17
2.6	Vista general esquemática del proceso en una célula FV	17
2.7	Acumulador para sistemas FV	19
2.8	Simbología del inversor	21
2.9	Medidores de líquido	24
3.1.	Fuente del agua a bombear	29
3.2	Curva característica para la selección de la bomba	50
3.3	Selección de la capacidad del tanque de almacenamiento	54
3.4.	Mapa de energía solar incidente diaria	55
3.5	Datos meteorológicos de radiación solar en Rama	56
3.6	Control del nivel del líquido	63



Índice de anexos

Orden	Contenido
A	Ubicación del proyecto
B	Visita preliminar al campo
C	Cotizaciones
D	Dimensiones entre la pila de captación y la caseta de control
E	Planos



Índice de tablas

Orden	Contenido	Pág.
3.1	Periodo de antigüedad	31
3.2.	Población futura para un periodo final de diseño de 20 años	32
3.3	Caudal promedio diario	33
3.4.	Caudal máximo diario	33
3.5.	Caudal máximo horario	34
3.6.	Coeficiente de rugosidad según el material	42
3.7	Ventajas y desventajas de las bombas	49
3.8	Proyección de la población y consumo de agua	53
3.9	Demanda de la energía	57
3.10	Cantidad de energía requerida para CA y CD	59
3.11	Datos técnicos del inversor	60
3.12	Datos técnicos del control de nivel	64
3.13	Planificación de mantenimiento según su frecuencia del Sistema FV	67
3.14	Planificación del mantenimiento de las bombas	69
3.15	Materiales para la instalación del sistema de bombo de agua potable	70
3.16	Materiales para la instalación del tanque de de almacenamiento	71
3.17	Materiales para la instalación del sistema FV	71
3.18	Materiales para la instalación del sistema de rebose en la pila de captación	72
3.19	Materiales para sistema eléctrico de los panes FV-bomba	72
3.20	Materiales para el diseño de la pila de captación-caseta de bombeo	73
3.21	Presupuesto	74



Nomenclatura

P_n = Población futura	[Adimensional]
P_0 = Población actual	[Adimensional]
r = Tasa de crecimiento poblacional	[%]
n = Período de diseño	[Adimensional]
CPD = Caudal Promedio Diario	[l/s]
Lppd = Litros por personas diaria	[litros]
CMD = Caudal máximo diario	[l/s]
FDM = Factor de día máximo	[Adimensional]
CMH = Caudal máximo horario	[l/s]
FHM = Factor de hora máximo	[Adimensional]
Q_{Bombeo} = Caudal de bombeo	[m ³ /s]
D= Diámetro teórico máximo	[m]
v = velocidad	[m/s]
A = área	[m ²]
H = Pérdida de carga	[m]
L = Longitud	[m]
S = Pérdida de carga	[m]
C = Coeficiente de Hazen-Williams	[Adimensional]
CDT = Carga dinámica total	[m]
C = Celeridad o velocidad de onda	[m]
E_a = Módulo de elasticidad volumétrica del agua	[kgf/m ²]
E_{pvc} = Módulo de elasticidad de tubería de PVC	[kgf/m ²]
D_i = Diámetro interno de la tubería	[mm]
e_{min} = Espesor de la pared de la tubería	[mm]
P_i = Presión interna de la tubería	[KPa]
Δh = Sobrepresión	[m]
H_B = Altura de la bomba	[m]
NPSH = Carga neta positiva disponible	[m]
P_{atm} = Presión Atmosférica	[KPa]



P_{vapor}	= Presión de vapor	[KPa]
γ	= Peso específico	[N/m ³]
$\pm\Delta z$:	Altura estática de succión positiva	[m]
Δz	= Succion negativa	[m]
P_a	=Potencia de accionamiento	[Watt]
η_{Bomba}	= Eficiencia total de la bomba	[%]
H_{Bomba}	= Altura de la bomba	[m]
ρ	= Densidad del liquido	kg/m ³
g	= Graveda	m/s ²
A_r	= Tamaño del sistema fotovoltaico	[Wp]
E_d	= Energía diaria	[Kwh/dia]
I_d	= Irradiación diaria	[Kwh/m ²]
AUT	= Autonomía – días sin brillo solar	[Adimensional]
REND	= Eficiencia de la batería	[%]
DESC	= descarga de la batería	[%]
P	= Potencia	[Watt]
V	= voltage	[V]
I	= Intensidad	[AMP]



CAPITULO I

GENERALIDADES



1.1. Introducción

En el presente proyecto monográfico se diseñará un sistema de bombeo de agua potable con la utilización de energía solar para la finca El Limón. Ubicada en el municipio de Muelle de los Bueyes (RAAS).

Este problema de estudio obedece a la poca de información que se tiene sobre factibilidad y aprovechamiento de la energía solar para el bombeo de agua potable. Cabe destacar que ésta problemática del abastecimiento de agua en la finca El Limón ha estado presente desde hace varias décadas.

Con el propósito fundamental de satisfacer las necesidades del propietario de la finca. La investigación se hará, recopilando información necesaria para la selección de las bombas, selección de paneles, y todos los accesorios y componentes que se requieren para la instalación de sistema de bombeo al igual que se elaborara un plan de mantenimiento y la presentación de los costos y presupuesto del proyecto.

Durante el desarrollo y finalización de esta investigación se presentará cada uno de los pasos que llevaran a la selección de un diseño que sea eficiente y rentable para el dueño de la finca el Limón.



1.2. Antecedentes

En octubre del 2002 se fundó la empresa en Nicaragua ENICALSA implementado sistemas de bombeo de agua para el suministro de agua potable y la producción agropecuaria accionado con energía solar, dando efectivos resultados de bombeo y eficientes en la producción, quedando los productores y familiares satisfechos con dicho trabajo.

En la finca El Limón a partir del año 1975 se lleva el agua hasta el hogar con la utilización de bestias mulares manipuladas por el hombre y así estuvieron hasta el 2012, que se instaló una bomba de golpe de ariete para hacer llegar el agua hasta dicho punto, pero no les fue rentable y se dañó a pocos meses.

Esta problemática se ha venido manifestando por la falta de conocimiento en el área tecnológica de sistemas de bombeo y por no haber un personal capacitado para el diseño e instalación del bombeo de agua.



1.3. Justificación

La presente monografía se hará con el propósito de diseñar un sistema de bombeo de agua con la utilización de la energía solar en la finca El Limón municipio Muelle de los Bueyes (RAAS) para que el propietario de la finca tenga el abastecimiento de agua suficiente para el suministro propio y así no tener más la problemática del agua en su hogar.

Este proyecto le va a servir de utilidad a los habitantes de la finca El Limón en el suministro de agua minimizando costos y tiempo, en el cual ayudará a tener impactos positivos en el campo de desarrollo tecnológico de dicha finca.



1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la finca El Limón.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Seleccionar el tipo de bomba y accesorios más adecuado en el bombeo de agua con utilización de energía solar.
- ✓ Elegir el tipo de panel fotovoltaico para el suministro de energía
- ✓ seleccionar el control de nivel de agua en el tanque de descarga
- ✓ Elaborar plan de mantenimiento, costos y presupuestos para la instalación de un sistema de bombeo de agua.



CAPITULO II

MARCO TEORICO O CONCEPTUAL



2.1. Conceptos

- **Bomba centrífuga:** La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc. Y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes velocidades.
- **Fluido:** Es una sustancia que fluye porque las partículas que lo componen no se encuentran unidas de forma rígida.
- **Flujo laminar:** Régimen de flujo en el cual el fluido se mueve de forma uniforme y regular.
- **Flujo turbulento:** Régimen de flujo que se caracteriza por el movimiento irregular de las partículas del fluido.
- **Pérdidas:** Es una medida de la disminución de la cabeza total de energía de un fluido en un sistema.
- **Conducción.** Es la transferencia de calor debido al movimiento de las moléculas de un cuerpo como consecuencia de la diferencia de temperatura.
- **Convección:** Es el proceso de transferencia de calor entre un sólido y un fluido en movimiento o en reposo alrededor del mismo.
- **Aislante:** Material cuya principal característica física es su baja conductividad térmica.
- **Energías renovables:** Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.
- **Energía solar:** Es la energía producida por el sol y que es convertida a energía útil por el ser humano, ya sea para calentar algo o producir electricidad.



- **Bombeo fotovoltaico:** Es un sistema que a través de paneles fotovoltaicos tiene como objetivo bombear agua en aquellas zonas donde no se dispone de suministro de electricidad de la red convencional.
- **Radiación directa:** Radiación que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias.
- **Radiación dispersa o difusa:** Radiación emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres.
- **Sistema fotovoltaico:** Es una fuente de potencia eléctrica en la cual las celdas solares transforman la energía solar directamente en electricidad DC.
- **Albedo:** Radiación reflejada por el terreno o por espejos de agua o por otras superficies horizontales.
- **Superficie reflectante:** Superficie que no absorbe la radiación, sino que la refleja y cambia su dirección en el espacio.
- **Célula fotovoltaica:** Es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semi-conductor, frecuentemente de silicio.
- **Módulo fotovoltaico:** Es una estructura robusta y manejable sobre la que se colocan las células fotovoltaicas.
- **Generador fotovoltaico:** Conjunto de módulos fotovoltaicos, adecuadamente conectados en serie y en paralelo, con la combinación adecuada para obtener la corriente y el voltaje necesarios para una determinada aplicación.



2.2. Hidráulica

2.2.1. Propiedades de los fluidos

Un fluido es una sustancia que fluye porque las partículas que lo componen no se encuentran unidas de forma rígida. Esta definición incluye principalmente a líquidos y gases.

Las principales propiedades que presenta un fluido son:

- **Temperatura:** Es la medida de la actividad molecular de una sustancia, a mayor actividad es mayor la temperatura. Es común relacionarlo con la cualificación de qué tan caliente o frío se encuentra una sustancia.
- **Presión:** Es la medida de la fuerza ejercida por unidad de área en la superficie externa del fluido.
- **Volumen específico:** Es el volumen de fluido que contiene una unidad de masa del mismo.
- **Densidad:** Es la masa que tiene una unidad de volumen del fluido.
- **Flotabilidad:** La tendencia de un cuerpo a flotar o suspenderse en un fluido cuando se encuentra sumergido en éste.
- **Compresibilidad:** Es la medida del cambio en volumen que una sustancia sufre cuando existe presión sobre ella. En el caso de fluidos, los líquidos son considerados incompresibles y los gases como compresibles.
- **Viscosidad:** Es la medida de la resistencia de un fluido a deformarse debido a una fuerza cortante. Se debe a la fricción entre las capas internas del fluido, la cual produce una resistencia a fluir.

(Mott, 2006)



2.2.2. Cavitación y golpe de ariete

→ Cavitación

(Karassik, 1986) La cavitación es un fenómeno que se produce siempre, cuando la presión en algún punto o zona de la corriente de un líquido, desciende por debajo de un cierto mínimo admisible.

El **NPSH** (net positive suction head) puede ser definido como la presión estática a que debe ser sometido un líquido, para que pueda fluir por sí mismo a través de las tuberías de succión y llegar a inundar los alabes en el orificio de entrada del impulsor de la bombas.

El fin práctico, por tanto, el NPSH impone limitaciones a las condiciones de succión, de modo a mantener la presión en la entrada del impulsor de la bomba sobre la presión de vapor del líquido bombeado.

✓ **NPSH_d**

Es la presión abastecida por el sistema hidráulico externo a la bomba y depende exclusivamente de las características de la externa de succión conectada a la bomba. Para que la instalación opere satisfactoriamente, sin fallas hidráulicas ni mecánicas, el $NPSH_d$ en el sistema deberá ser mayor por lo menos 0.50 metros al $NPSH_r$ por la bomba.

✓ **NPSH_r**

El $NPSH_r$ depende exclusivamente del diseño interno particular de cada bomba y varía mucho con el caudal y la velocidad de la bomba. Varía también entre bombas distintas de un mismo fabricante y con los distintos fabricantes.

Toda curva característica de una bomba incluye la curva de $NPSH_r$ en función del caudal. Esta curva describe la magnitud de la presión total, que debe existir como mínimo en la entrada de la bomba para evitar la cavitación o en otras palabras permite calcular las alturas máximas de succión de la bomba para cada valor de caudal. (Guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para medio rural, Lima 2007)



→ **Golpe de ariete**

(Crane, 1990) El golpe de ariete es un fenómeno que se produce en toda conducción a presión cuando se interrumpe bruscamente el flujo. El golpe de ariete viene frecuentemente acompañado por un ruido desagradable y con fuertes sobrepresiones en la tubería, lo cual puede ocasionar desde el acoplamiento de la bomba, hasta la rotura del tubo, incluyendo apoyos y anclajes.

2.2.3. Pasos para la selección de la bomba

Los pasos básicos para la elección de cualquier tipo de bomba son:

- ✓ Elaborar un diagrama de la disposición de bomba y tuberías
- ✓ Determinar el caudal de bombeo
- ✓ Calcular la altura manométrica total
- ✓ Estudiar las condiciones del líquido
- ✓ Elegir la clase y tipo de bomba

2.2.4. Condiciones de operación

2.2.4.1. Caudal

Para seleccionar equipos de bombeo, se deben determinar el caudal o los diversos caudales con que trabajarán estos equipos durante su vida útil. En proyectos de saneamiento, los caudales correspondientes a la vida útil de los equipos son los caudales del proyecto. Para la mayoría de las bombas el periodo de diseño es 10 años. En proyectos de agua potable, el caudal que se utiliza para la selección de bombas es, una proporción del caudal máximo diario en función del número de horas de bombeo, así:

$$Q_b = Q_{max} \cdot d \frac{24}{N}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo, l/s.

$Q_{max} \cdot d$ = Caudal máximo diario, l/s.

N = Número de horas de bombeo.

2.2.4.2. Altura manométrica total

La altura manométrica total H_t es aquella contra la que trabajará la bomba durante su funcionamiento, comprende los siguientes ítems: alturas estáticas de succión e impulsión, las perdidas por rozamiento, la altura de velocidad, pérdidas de carga locales y la diferencia de presión existente sobre el líquido en el lado de la succión y en el lado de la impulsión.

$$H_t = h_i \pm h_s + h_{fs} + h_{fi} + \sum h_{Li} + \sum h_{Ls} + \frac{v_i^2}{2g}$$

Donde,

H_t = Altura manométrica total (m).

h_s = Altura estática de succión (m).

h_i = Altura estática de impulsión (m).

h_{fs} = Pérdida de carga por rozamiento en la succión (m).

h_{fi} = Pérdida de carga por rozamiento en la impulsión (m).

$\sum h_{Ls}$ = Pérdida de carga local en la succión (m).

$\sum h_{Li}$ = Pérdida de carga local en la impulsión (m).

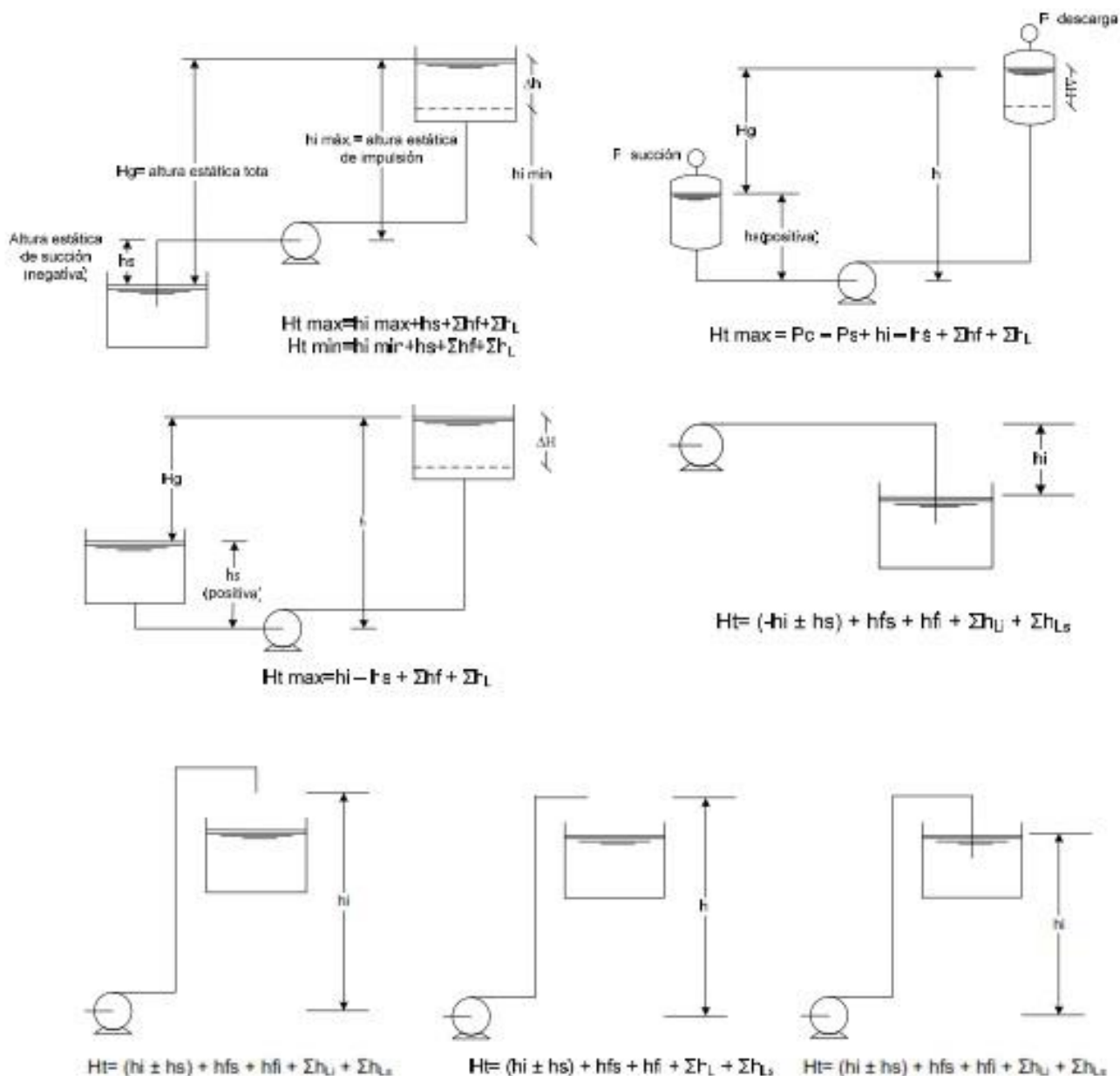
V_i = Velocidad en el conducto de impulsión (m/s).

H_g = Altura estática total = $h_i \pm h_s$.

La altura estática de succión (h_s), es la distancia vertical del nivel del líquido en el pozo de succión a la línea del centro de la bomba; puede ser positiva o negativa, conforme al líquido se encuentre encima o debajo de la línea central de la bomba (Fig. 2.1). La altura estática de impulsión (h_i), es la distancia vertical de la línea del centro de la bomba al punto de descarga, o al nivel más alto en el tanque de descarga cuando la alimentación es hecha por el fondo del tanque (Fig.2.1).

En la Figura # 2.1 se muestra en forma gráfica la determinación de la altura manométrica total en diferentes casos de succión e impulsión de una bomba centrífuga de eje horizontal.

Figura # 2.1. Esquema de la altura manométrica total en diversos sistemas de agua potable con bombas de eje horizontal.





2.2.4.3. Rendimiento y potencia absorbida

La eficiencia de una bomba se mide en base al caudal que se descarga contra una altura dada y con un rendimiento determinado. El rendimiento de la bomba viene dado por:

$$\eta = \frac{\text{potencia util}}{P_i} = \frac{\gamma Q H_t}{75 P_i}$$

Donde:

P_i = Potencia absorbida, HP.

γ = Peso específico del líquido a ser bombeado.

Q = Caudal, m³/s.

H_t = Altura manométrica, m.

η = Rendimiento de la bomba

Para determinar la potencia absorbida por el motor, se divide la potencia absorbida por la bomba entre la eficiencia del motor:

$$P_m = \frac{P_i}{\eta_m}$$

Donde,

P_m = Potencia del motor

η_m = Rendimiento de motor.

(Guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para medio rural, Lima 2007) “Los rendimientos de las bombas generalmente varían entre 60% y 85%”.

Las pérdidas de energía dentro de las bombas pueden clasificarse como volumétricas, mecánicas e hidráulicas.

Las **pérdidas volumétricas** son producidas debido a la existencia de pequeñas separaciones entre la carcasa y el impulsor por donde pueden presentarse fugas.

Las **pérdidas mecánicas** son originadas por fricciones mecánicas en las empaquetaduras y cojinetes, discos internos y esfuerzos cortantes creados por el líquido.

Las **pérdidas hidráulicas** consisten en pérdidas por fricción y parásitas que se producen en la circulación del agua.

2.2.5. Análisis de flujo en tuberías

El flujo de un fluido puede clasificarse en dos grupos: laminar y turbulento.

Flujo Laminar

Se refiere al régimen de flujo en el cual el fluido se mueve de forma uniforme y regular. Se considera que el fluido fluye en capas, es decir que cada partícula sigue su camino sin interferir con otras.

La velocidad de flujo del fluido no es la misma en toda la sección del tubo, por lo cual se considera un perfil de velocidad. En el caso del régimen laminar, se considera una distribución parabólica, teniendo la velocidad máxima en el centro del tubo y cuyo valor es aproximadamente el doble al de la velocidad promedio de flujo.



Figura # 2.2 Flujo Laminar- perfil de velocidad

2.2.5.1. Flujo Turbulento

Este régimen de flujo se caracteriza por el movimiento irregular de las partículas del fluido. Es imposible observar que el movimiento sea uniforme, regular y por capas.



Figura # 2.3 Flujo Turbulento. Perfil de velocidad

2.3. Fuente de energía fotovoltaico para el bombeo de agua

2.3.1. Definición

(FORCE, 2002) La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica.

La energía solar se puede transformar de dos maneras:

- La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor.
- La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

2.3.2. Funcionamiento

Este sistema realiza cuatro funciones fundamentales:

1. Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
2. Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
3. Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
4. Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

En el mismo orden antes mencionado, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar las funciones respectivas son:

1. El módulo o panel fotovoltaico
1. La batería
2. El regulador de carga
3. El inversor
4. Las cargas de aplicación (el consumo)

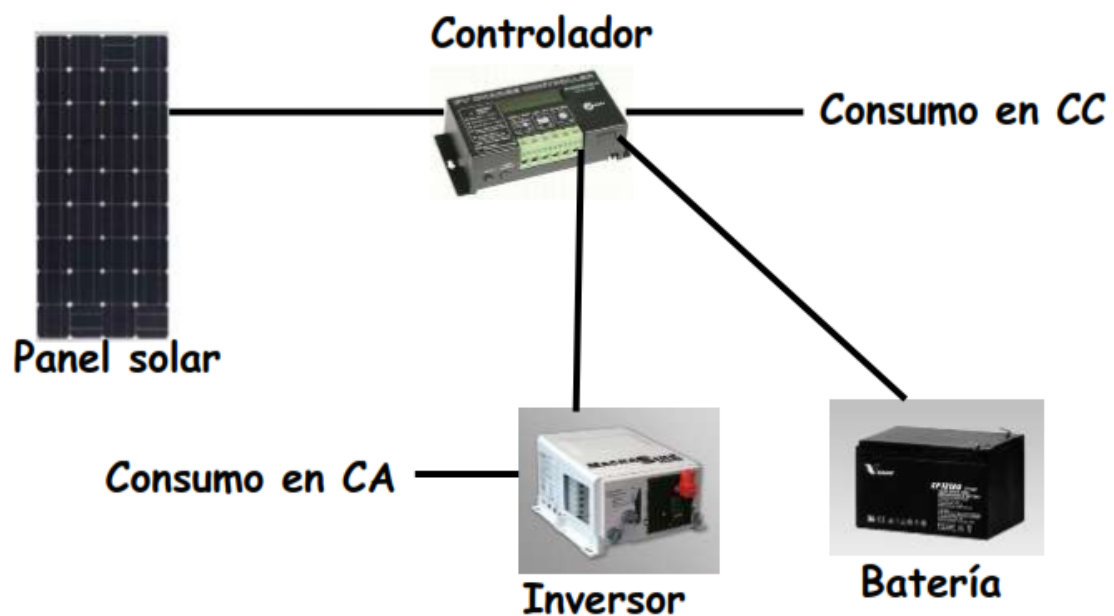


Figura # 2.4 Esquema de instalación de un módulo fotovoltaico

2.3.3. Módulos fotovoltaicos

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico. Los módulos o paneles solares son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.



Figura # 2.5 Módulo FV

2.3.4. Celdas o célula fotovoltaicas

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales. Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día. Normalmente las celdas fotovoltaicas son color azul oscuro. La mayoría de los paneles fotovoltaicos consta de 36 celdas fotovoltaicas.

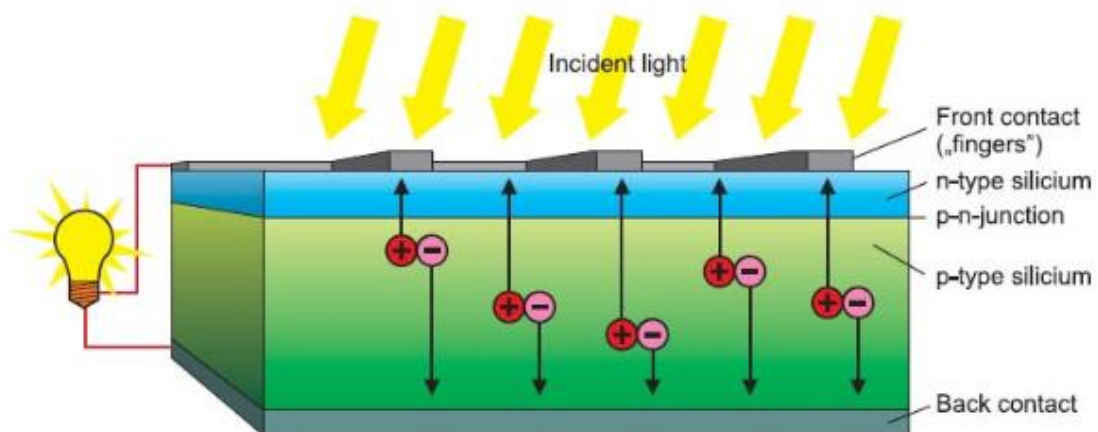


Figura # 2.6 vista general esquemática del proceso en una célula FV



La cantidad de energía eléctrica que un sistema fotovoltaico produce depende principalmente de dos factores:

- La cantidad de luz solar incidente;
- La eficiencia del sistema fotovoltaico para convertir esa luz en electricidad

2.3.5. Marco de vidrio y aluminio

Este tiene la función principal de soportar mecánicamente a las celdas fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos degradantes de la intemperie.

El vidrio frontal es anti reflejante para optimizar la captación de los rayos solares. El marco de aluminio también tiene la función de facilitar la fijación adecuada de todo el conjunto a una estructura de soporte a través de orificios convenientemente ubicados.

2.3.6. Tipos de módulos fotovoltaicos

Existe en el mercado fotovoltaico una gran variedad de fabricantes y modelos de módulos solares. Según el tipo de material empleado para su fabricación, se clasifican en:

- Módulos de silicio monocristalino: son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración, aunque su precio es ligeramente mayor que los otros tipos.
- Módulos de silicio policristalino: son ligeramente más baratos que los módulos de silicio monocristalino, aunque su eficiencia es menor.
- Módulos de silicio amorfo: tienen menor eficiencia que los 2 anteriores,

2.3.7. Potencia

La capacidad energética nominal de los módulos fotovoltaicos se indica en vatios-pico (Wp), lo cual indica la capacidad de generar electricidad en condiciones óptimas de operación.

La vida útil de un panel fotovoltaico puede llegar hasta 30 años, y los fabricantes generalmente otorgan garantías de 20 o más años. El mantenimiento

del panel solamente consiste de una limpieza del vidrio para prevenir que las celdas fotovoltaicas no puedan capturar la radiación solar.

La elección apropiada del tipo y capacidad del módulo fotovoltaico depende de las características propias de la instalación fotovoltaica, tales como radiación solar existente y consumo energético requerido.

2.3.8. Baterías

Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se necesitan equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica cuando existe radiación y para utilizarla cuando se necesite. El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se hace a través de las baterías. Estas baterías son construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos.

2.3.8.1. Características de las baterías

La Figura muestra una batería típica para aplicaciones fotovoltaicas. En su apariencia externa este tipo de baterías no difiere mucho de las utilizadas en automóviles. Sin embargo, internamente las baterías para aplicaciones fotovoltaicas están construidas especialmente para trabajar con ciclos de carga/descarga lentos.



Figura # 2.7 Acumulador para sistemas FV

Las baterías para sistemas fotovoltaicos generalmente son de ciclo profundo, lo cual significa que pueden descargar una cantidad significativa de la energía cargada antes de que requieran recargarse.

. (FORCE, 2002)



2.3.8.2. Mantenimiento y vida útil

Diferentes tipos y modelos de baterías requieren diferentes medidas de mantenimiento. Algunas requieren la adición de agua destilada o electrolito, mientras que otras, llamadas 'baterías libre de mantenimiento', no lo necesitan.

Generalmente, la vida útil de una batería de ciclo profundo es entre 3 y 5 años,. La vida útil de una batería llega a su fin cuando esta "muere súbitamente" debido a un cortocircuito entre placas o bien cuando ésta pierde su capacidad de almacenar energía debido a la pérdida de material activo de las placas.

2.3.9. Regulador y controlador de carga

Este es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad. Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas.

2.3.10. Inversores

2.3.10.1. Definición

Dispositivo electrónico que convierte la energía eléctrica CD a CA.

2.3.10.2. Función

- Convierten la corriente continua en corriente alterna
- Deben regular la tensión de salida
- Deben proporcionar una onda lo mas senoidal posible, sin armónicos

La corriente continua se hace pasar a través de un transformador, primero en una dirección y luego en la otra, mediante un sistema de conmutación.

A medida que la corriente pasa a través de la cara primaria del transformador, la polaridad cambia 120 veces cada segundo.

Como consecuencia la corriente que sale del secundario del transformador va alternándose, con una frecuencia de 60 ciclos completos por segundo.

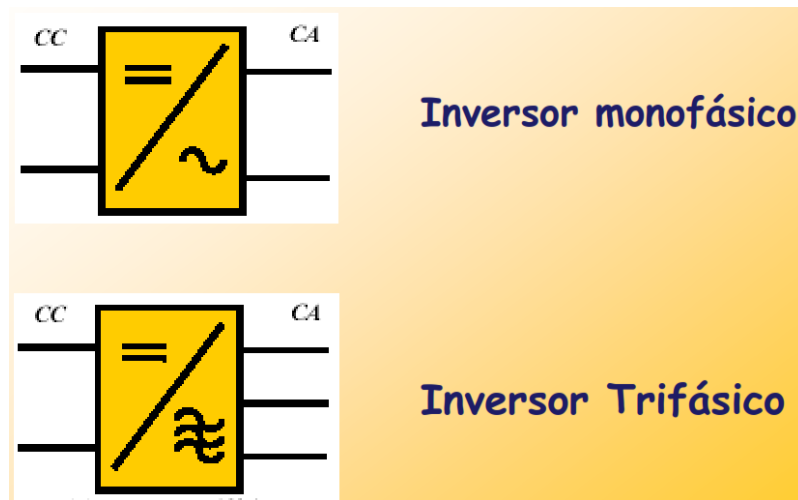


Figura # 2.8. Simbología del inversor

2.3.11. Ventajas de un sistema fotovoltaico

- ✓ No consume combustible
- ✓ No contamina el aire ni el agua; funcionamiento totalmente silencioso
- ✓ Muy alta confiabilidad y larga vida útil (superior a los 15 años)
- ✓ No es afectado por frío, vientos fuertes ni granizo.
- ✓ Operación totalmente automática y desatendida.
- ✓ Muy sencilla instalación y mínimo mantenimiento
- ✓ Fácilmente transportable debido a su bajo peso y volumen
- ✓ Capacidad modular de ampliación.

2.4. Control de nivel del liquido

2.4.1. Definición

La medición de nivel se define como la determinación de la posición de la interface entre dos medios. Estos son usualmente fluidos, pero pueden existir sólidos o combinación de ellos. La interface puede existir entre un líquido y un gas, un líquido y su vapor, dos líquidos, un sólido o sólido diluido y un gas.



2.4.2. Clases de medición de nivel de líquidos

La medición de nivel se justifica tanto en mediciones de procesos continuos como en mediciones puntuales tales como alarmas por alto o bajo nivel.

En procesos continuos se tiende al logro de una capacidad de almacenamiento menor, reduciendo el costo inicial del equipo y exigiendo la necesidad de un control preciso y sensible de nivel. La aplicación más frecuente de los detectores de nivel es la señalización de lleno y vacío. Para la medición continua se utilizan, entre otros, los principios: capacitivo, conductivo, vibratorio, a microondas, hidrostático, a ultrasonido y radiométrico, además, en la actualidad, para la investigación se utilizan los basados en elementos radioactivos.

2.4.3. Aplicaciones de las mediciones de nivel

Las técnicas utilizadas de medición de nivel están presentes en todos los campos entre los cuales se tienen: química, petroquímica, alimentación, cervecería, tratamiento de aguas blancas, tratamiento de aguas residuales, materiales para la construcción, rocas y minerales, centrales de energía, fabricación de papel, astilleros, industrias del automóvil y aeronáutica.

2.4.4. Métodos de medición de nivel

Los métodos más utilizados en la industria para la medición de nivel de líquidos pueden ser clasificados en métodos de medición directa e indirecta

2.4.4.1. Métodos Directos

Los primeros, instrumentos de medida directa se usan en el principio mecánico de transmisión de movimiento entrando en contacto directo con el líquido mediante algún brazo de extensión, además operan a presión atmosférica y se puede decir que son los más simples y menos costosos

Los métodos de medición directa utilizan para la medición de nivel, la altura del líquido sobre una línea de referencia.



➤ Indicadores visuales

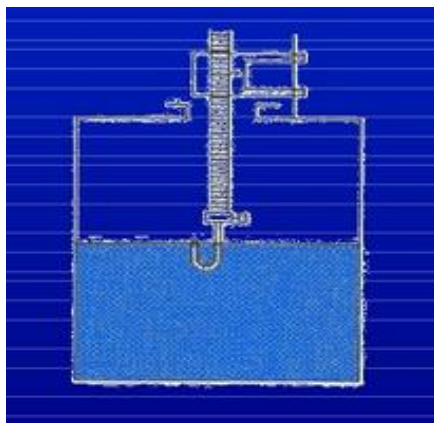
- ✓ Medidor de sonda:
 - Regla graduada.
 - Varilla con gancho.
- ✓ Cinta métrica metálica graduada con plomada.
- ✓ Indicador de cristal.
- ✓ Instrumentos de flotador.

2.4.4.2. Métodos Indirectos:

Los métodos de medición indirecta miden otros efectos que cambian con el nivel del líquido, entre ellos:

- El empuje producido por el propio líquido:
 - ✓ Medidores de desplazamiento:
 - Mecanismo de resorte.
 - Mecanismo con barra de torsión.
- La presión hidrostática:
 - ✓ Manométrico.
 - ✓ Caja de diafragma.
 - ✓ Trampa de aire.
 - ✓ Tipo burbujeo.
 - ✓ Presión diferencial.
- Las características eléctricas del líquido:
 - ✓ Capacitivo.
 - ✓ Ultrasonido.
 - ✓ Resistivo.
 - ✓ Conductivo.
 - ✓ Radiación.
 - ✓ Radar.
 - ✓ Láser.

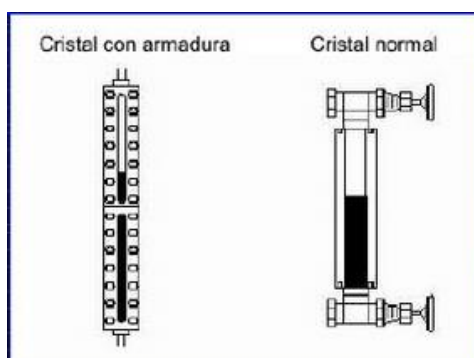
Figura 2.9. Medidores de líquido



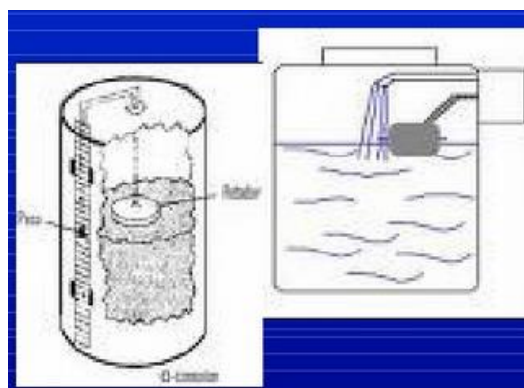
Medidor de sonda



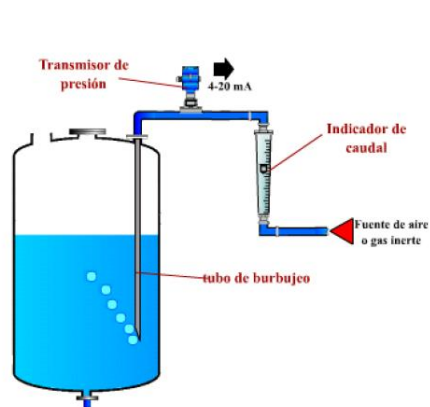
Medidor de cinta plomada



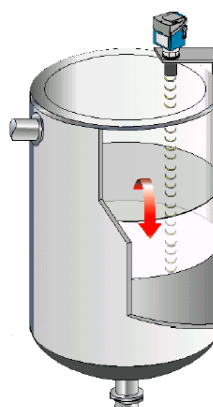
Medidor de nivel de cristal



Medidor de Flotador



Medidor de tipo burbujeo



Medidor ultrasónico



2.5. Tipos de mantenimiento de la bomba

(Mc Naughton, 1990) Para reducir la posibilidad que una falla se inicie en una bomba, se deben hacer inspecciones de la misma frecuentemente y desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.

2.5.1. El mantenimiento preventivo

Es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

2.5.2. El Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

El mantenimiento y la frecuencia de las revisiones dependerán de las horas de funcionamiento de la bomba, de la severidad de las condiciones de servicio y de los materiales utilizados en la construcción.

2.5.3. Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.



CAPITULO III

ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADO



PRESENTACIÓN DE RESULTADO

3.1. Descripción general del lugar

3.1.1. Ubicación y localización

La Finca el Limón pertenece al municipio de Muelle de los Bueyes, La ubicación está reflejada en las coordenadas UTM-NAD CENTRAL y son las siguientes: **(Ver anexo A)**

- ✓ Latitud Norte: 769323 – 1326593
- ✓ Latitud Sur: 770722 -- 1323369
- ✓ Longitud Este: 770914 -- 1325440
- ✓ Longitud Oeste: 768376 -- 1326133

3.1.2. División Política

El poblado de Muelle de Los Bueyes nace a raíz de la explotación de la raicilla, el hule y el oro, productos que en esa época era bastión económico de la zona. Estos productos eran trasladados en bueyes al Río Mico y posteriormente en cayucos y botes de motor de Muelle de los Bueyes al Recreo y del Recreo a Bluefields. Debido a que en los años de su fundación como poblado, la única forma de penetración a las comarcas y territorios aledaños era por medio de carretas con bueyes, se le denominó al poblado de San Pablo como “San Pablo Muelle de Los Bueyes”.

3.1.3. Clima

El municipio tiene un clima monzónico tropical, con una temperatura promedio anual de 26° C, es una zona regularmente lluviosa, y su precipitación pluvial oscila entre 2,700 a 2,900 milímetros. Está ubicado en la zona de vida de bosque muy húmedo sub - tropical y bosque húmedo tropical.

3.1.4. Aspectos productivos

La principal actividad económica del municipio la constituye la ganadería, en la que está involucrada un 70% de la población económicamente activa (PEA) del



municipio. En segundo lugar se ubica la agricultura a la que se dedica el 20% de la PEA municipal, y un 10% de la PEA se dedica a la actividad comercial.

Sector Agrícola: El área de cultivo por productor oscila entre 1 y 3 manzanas. El maíz se cultiva en época de primera y postrera, y el rendimiento promedio es de 10 quintales por manzana. El frijol se cultiva en época de Apante (Diciembre). El rendimiento promedio por manzana es de 10 quintales. Tanto el maíz como el frijol se cultivan utilizando prácticas tradicionales. En ambos cultivos la producción en su mayoría es para auto consumo.

En menor escala también se cultivan musáceas, quequisque, yuca, malanga, café, cacao, etc. Sector Pecuario: El total del ganado en el municipio es de 54,000 cabezas aproximadamente, con un rendimiento promedio de 4 litros de leche por vaca.

La producción de leche y sus derivados se destina principalmente a la comercialización local y otra parte se exporta hacia la república de El Salvador, transformada en queso artesanal y quesillos.

3.2. sistema de bombeo de agua con la utilización de energía solar en la Finca el Limón.

3.2.1. Descripción General del proyecto

La necesidad de un proyecto de agua potable para la finca el limón es de suma urgencia, para este logro se cuenta con tres fuente de agua que proporciona un caudal de 15 GPM para cubrir la demanda de la población actual y la población futura, para un período de vida útil del proyecto de 22 años. El proyecto consiste en la captación de agua, de donde se procederá a la conducción mediante bombeo, para lo cual se utilizará una bomba centrífuga cuya fuente de energía para el accionamiento será energía solar seguidamente se procederá a conducirla a un tanque de almacenamiento y finalmente distribuida por gravedad hasta cada una de las conexiones domiciliarias.

3.2.2. Visita preliminar de campo

Durante esta visita de campo se realizó un recorrido general para obtener un croquis para la línea de conducción y lograr tener una idea general de la topografía del lugar.

Mediante el apoyo del dueño de la finca, se indicó la posible fuente para el abastecimiento del sistema de agua potable, con esto se detalló su ubicación dentro de la finca y a la vez su funcionalidad y compatibilidad con el sistema para poder cubrir la necesidad de todas las viviendas existentes.

Por medio de la visita de campo se obtuvo información general del número de viviendas existentes en la finca el limón, las cuales se beneficiarían con la ejecución del proyecto. Actualmente, los habitantes de la comunidad se abastecen de esta misma fuente de agua, pero éste, no cuenta con el diseño del sistema de bombeo adecuado, debido a esto es de gran importancia el desarrollo del presente proyecto. **(Ver anexo B)**



Figura. 3.1 Fuente del agua a bombear

3.2.3. Aforo de la fuente

El aforo respectivo fue realizado en la época de estiaje, resultando un caudal disponible de 0.950 lt/seg, para obtener este caudal se realizó un aforo volumétrico, cronometrando el tiempo de llenado de un recipiente con



volumen de 18,926 litros, realizando varias veces este procedimiento para lograr el valor más exacto posible del caudal y poder tener en cuenta la capacidad del nacimiento determinado por la finca el limón.

3.2.4. Bases de diseño

Las bases de diseño dependen de diversos factores, tales como: el nivel de vida de la población, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población, aspectos socioeconómicos etc. A falta de alguno de estos factores se tomará como base lo que establece el instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regulador (INAA), en las normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural. A continuación se describen las bases de diseño utilizadas para el proyecto.

3.2.5. Cálculo de población futura

3.2.5.1. Tasa de crecimiento poblacional

(INAA, 1970) En la finca el limón se tomó en cuenta los valores que se proporcionan en las normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. Hemos decidido utilizar como valor una razón de crecimiento poblacional promedia de 3.0%.

3.2.5.2. Período de diseño

Este es el tiempo que contempla que el servicio será efectivo para la población de diseño. Para determinar este tiempo se tomó en cuenta el período de la vida útil de los materiales y el tipo de proyecto el cual será para captaciones superficiales y manantiales. Dicho período es de 20 años.

Tabla 3.1 periodo de antigüedad

TABLA 4-1	
Tipos de componentes	Períodos de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: (INAA, 1970)

3.2.5.3. Población futura

(INAA, 1970) El cálculo de la población futura, según el período de diseño adoptado para el proyecto, se calculó por medio del método de crecimiento geométrico, el cual se describe a continuación:

$$P_n = P_0 * (1 + r)$$

Donde:

P_n = Población futura a los 20 años

P_0 = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n$$

$$P_n = 65 * (1 + 0.03)^{20}$$

$$P_n = 117 \text{ habitantes}$$

Tabla 3.2 Población Futura para un periodo final de diseño de 20 años

Año	Población Futura (P_n)
2014	65
2019	75
2024	87
2029	101
2034	117

3.2.5.4. Dotación

(INAA, 1970) Para determinar la dotación de la finca se tomó en cuenta factores, tales como: nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales, uso del agua. Por lo que se optó por el tipo de conexión para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio. La cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 60 lppd.

3.2.6. Factores de consumo y caudales de diseño

3.2.6.1. Caudal Promedio Diario

El caudal medio se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes, que se estiman al final del período de diseño.

$$CPD = \frac{\text{Dotación} \times P_n}{86\,400}$$

Donde:

CPD = Caudal Promedio Diario

Dotación = Dotación en lppd.

P_n = Población futura a los 20 años

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$CPD = \frac{\text{Dotación} \times P_n}{86\,400}$$

$$CPD = \frac{60 \times 117}{86\,400}$$

$$CPD = 0.081 \text{ litros/segundo}$$

Tabla 3.3 Caudal Promedio Diario para un periodo final de diseño de 20 años

Año	Población Futura (P_n)	CPD (lt/seg)
2014	65	0,045
2019	75	0,052
2024	87	0,060
2029	101	0,070
2034	117	0,081

3.2.6.2. Caudal Máximo Diario

(INAA, 1970) El consumo máximo diario o caudal de conducción, es el mayor consumo que se da en un día al año. Este será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes. Se adoptó para el proyecto un factor de 1,5.

Consumo máximo día (CMD) = $1.5 \cdot \text{CPD}$ (consumo promedio diario)

Donde:

CMD = Caudal máximo diario

CPD = Caudal Promedio Diario

FDM = Factor de día máximo

Al sustituir los datos se obtiene:

$\text{CMD} = 1.5 \cdot \text{CPD}$

$\text{CMD} = 1.5 \cdot (0.081 \text{ litros/segundo})$

$\text{CMD} = 0.121 \text{ litros/segundo}$

Tabla 3.4 Caudal Máximo Diario para un periodo final de diseño de 20 años

Año	Población Futura (P_n)	CPD (lt/seg)	CMD (lt/seg)
2014	65	0,045	0,067
2019	75	0,052	0,078
2024	87	0,060	0,090
2029	101	0,070	0,105
2034	117	0,081	0,121

3.2.6.3. Caudal Máximo Horario

(INAA, 1970) "El consumo máximo horario o caudal de distribución, es el máximo consumo que se da en una hora del día. Se determina multiplicando el consumo medio diario por un coeficiente o factor que varía entre 2 a 3 en poblaciones futuras menores a 1,000 habitantes. Para el proyecto se adoptó un factor de 2.5".

Consumo máximo hora (CMH) = 2.5 CPD (consumo promedio diario)

Donde:

CMH = Caudal máximo horario

CPD = Caudal Promedio Diario

FHM = Factor de hora máximo

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

CMH = 2.5 CPD

CMH = 2.5 * (0.081 litros/segundo)

CMH = 0.202 litros/Segundo

Tabla 3.5 Caudal Máximo Horario para un periodo final de diseño de 20 años

Año	Población Futura (P _n)	CPD (lt/seg)	CMD (lt/seg)	CMH (lt/seg)
2014	65	0,045	0,067	0,112
2019	75	0,052	0,078	0,130
2024	87	0,060	0,090	0,150
2029	101	0,070	0,105	0,175
2034	117	0,081	0,121	0,202

3.2.6.4. Caudal de Bombeo

El caudal de bombeo se obtiene multiplicando el caudal máximo diario por veinticuatro horas dividido el tiempo o período de bombeo al día.

$$Q_{\text{Bombeo}} = \frac{\text{CPD} * 24}{\text{Período de bombeo}}$$



Donde:

$Q_{\text{Bombeo}} = \text{Caudal de bombeo}$

CPD = Caudal Promedio Diario

Período de bombeo = Horas de bombeo al día = 3 horas

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{Bombeo}} = \frac{\text{CPD} * 24}{\text{Período de bombeo}}$$
$$Q_{\text{Bombeo}} = \frac{(0.081 \text{ litros/segundo}) * 24}{3}$$
$$Q_{\text{Bombeo}} = 0.648 \text{ litros/segundo}$$

Teniendo el caudal de bombeo, se debe verificar que el caudal disponible (caudal de la fuente) sea suficiente para satisfacer el diseño. Entonces se debe realizar el siguiente análisis:

$Q_{\text{aforo}} > Q_{\text{bombeo}}$

$0.950 \text{ litros/segundo} > 0.648 \text{ litros/segundo}$

Analizando los resultados anteriores, el caudal de bombeo requerido es menor que el caudal que proporciona la fuente de captación, por lo que es aceptable.

3.3. Diseño Hidráulico

3.3.1. Selección de la Tuberías y accesorios en la línea de succión y descarga.

3.3.1.1. Tubería de succión

Deberá seleccionarse de acuerdo con los requerimientos particulares de cada bomba, ya que forma parte del diseño de las mismas. En los casos que se usen diámetros diferentes al de succión de la bomba, se requiere un dispositivo de acoplamiento con la tubería; en la memoria de cálculo se recomiendan los diámetros según el gasto de diseño.



3.3.1.2. Tubería de descarga

La tubería de descarga, o tren de descarga, incluye los elementos para la operación, pruebas y protección contra golpe de ariete de la conducción a presión y la bomba misma; abarca desde la descarga de la bomba hasta la conexión con la tubería de conducción a presión.

3.3.1.3. Accesorios

- **Válvula de expulsión de aire.** Es un recipiente o cubeta de fierro fundido, que tiene en su interior un flotador de acero inoxidable, el cual opera un mecanismo que permite la apertura de un orificio de venteo, a través del cual se expulsa el aire acumulado en la tubería cuando se está llenando. El diámetro de conexión de la válvula a la tubería depende del volumen de aire acumulado en la tubería que a su vez es proporcional al diámetro de la misma. Se utilizarán válvulas de 13 mm para diámetros de tubería de hasta 76.2mm y de 19mm.
- **Junta Dresser.** Es un accesorio de interconexión entre tramos de tubería de acero, que actúa como conector en caso de mantenimiento o pruebas del equipo, fácilmente desmontable. Debe seleccionarse conforme al diámetro de la tubería de descarga para una presión máxima de operación de 21 kg/cm²
- **Manómetro.** Permite conocer la presión de operación de la bomba. Se fabrican con un amplio rango de presiones, por lo que se recomiendan manómetros de 12.5 kg/cm para cargas de bombeo hasta 100 mca, y de 25 kg/cm para cargas entre 100 y 200 mca.
- **Medidor de Flujo.** El medidor de flujo, tipo propela, consta de una carcasa de bronce o acero, con un rotor de acero inoxidable en su interior, que gira por el flujo de agua, y un magneto permanente que induce un voltaje en una bobina exterior, proporcional al flujo de agua. Se fabrican para un amplio rango de presiones y gastos de operación, por lo que deberán seleccionarse atendiendo las necesidades particulares y los diámetros de la tubería de descarga.



- **Válvula de retención (check).** Realiza una función que evita que el agua contenida en la tubería de conducción regrese a la fuente de agua, por lo que únicamente permite el flujo en una sola dirección, y se cierra automáticamente cuando la bomba para. Se fabrican con cuerpo de bronce o acero vaciado; pueden ser de disco de bronce con asiento de bronce, o tipo columpio de cromo y asientos de cromo; deben seleccionarse de acuerdo con el diámetro de la tubería de descarga para 50.8, 76.2, 101.6 y 152.4 mm, y presión de operación máxima de 21 Kg/cm².
- **Válvula de compuerta, o mariposa.** Se utilizan para aislar el cabezal de descarga para fines de mantenimiento o cambio de cualquier componente. Las válvulas de compuerta se diseñan con cuerpo de bronce y acero vaciado, con interiores de los mismos materiales para una amplia gama de diámetros y presiones. Deben seleccionarse de acuerdo con el diámetro de la tubería de descarga, con extremos roscados para 50.8 y 76.2 mm, bridados para 101.6 y 152.4 mm; la presión de operación máxima es de 21 kg/cm².
- **Válvula aliviadora de sobrepresión de golpe de ariete.** Alivia la sobrepresión y amortigua el golpe de ariete; se construye de un cuerpo de una sola pieza, operado, hidráulicamente, y controlado por pilotos tipo diafragma que la abren cuando la presión en la tubería es superior a la carga previamente ajustada en un resorte. El cuerpo y tapa son de acero vaciado, con interiores de acero inoxidable, bronce y hierro maleable; el diafragma es de neopreno con alma de nylon y sello de bunanitrilo. Se seleccionan en función de la presión y gasto de operación del sistema de bombeo y la sobrepresión esperada del golpe de ariete, el cual depende de la geometría de la conducción y de la velocidad del agua en la misma, cuando hay un paro de la bomba.
- **Switch de presión.** Se utiliza con fines de control; sirve para detectar una presión anormal en la bomba o en la línea de conducción. Consta de una caja de lámina tratada con un mecanismo interior de resorte calibrado que actúa por medios mecánicos sobre un contacto (switch) eléctrico de control.



Se selecciona en función de la presión de operación de la bomba, y del rango de presión en que el switch debe operar cerrado o abierto.

- **Codos de 90°.** se deberán seleccionarse de acuerdo al diámetro de la tubería de descarga, con extremos roscados para diámetros de hasta 76.2 mm, y bridados para diámetros de 101.6 y 152.4mm.

3.3.2. Diámetro más económico

En una línea de conducción por bombeo, la diferencia de elevación es la carga a vencer y se verá incrementada en función de la selección de los diámetros menores, y consecuentemente, ocasionará mayores costos de equipo y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al tanque de distribución, existirá una relación inversa entre potencia requerida y diámetros de la tubería.

De estas consideraciones se tendrá en cuenta dos muy importantes:

- a) Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes, con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo por los equipos de bombeo y su operación.
- b) Diámetros grandes y un equipo de bombeo de baja potencia, resultando costos para la tubería y bajos para los equipos y su operación.
- c) Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la fórmula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$).

$$D = 0.9 * (Q)^{0.45} \quad (\text{INAA, 1970})$$

Donde:

D= Diámetro teórico máximo (m)

Q = Caudal (m^3/seg)



3.3.2.1. Diámetro más económico para la línea de Alimentación.

A continuación se determinara el diámetro más económico para la línea de conducción desde los tres ojos de agua hasta la pila de captación.

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$D = 0.9 * (Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9 * (9.5 \times 10^{-4})^{0.45}$$

$$D = 0.039 \text{ mt}$$

$$D = 1.535 \text{ in}$$

El resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior. Al calcular para cada diámetro la pérdida de carga, se selecciona el diámetro que mejor resultado de al diseño hidráulico. Para este caso se seleccionó el mayor, de 2 pulgadas SDR 26 160 PSI, con un diámetro interior de 2,193 pulgadas.

3.3.2.2. Diámetro más económico de la tubería desde la pila de captación al tanque de almacenamiento.

La Selección del diámetro óptimo del sistema de bombeo se determinara por la fórmula del diámetro económico.

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$D = 0.9 * (Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9 * (6.48 \times 10^{-4})^{0.45}$$

$$D = 0.033 \text{ mt}$$

$$D = 1.29 \text{ in}$$

El resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior. Al calcular para cada diámetro la pérdida de carga, se selecciona el diámetro que mejor resultado de al diseño hidráulico. Para este caso se seleccionó el mayor, de 1 1/2" pulgadas SDR 26 160 PSI, con un diámetro interior de pulgadas.



3.3.3. Clases y presiones de trabajo de tuberías

En el proyecto se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetro exterior, espesor de la pared), de las cuales se usarán las siguientes:

- SDR 26, presión de trabajo de 160 PSI
- SDR 26, presión de trabajo de 160 PSI

Presiones máximas y mínimas. Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión mínima: 5.0 m
- Presión máxima: 50.0 m

3.3.4. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes

- Velocidad mínima = 0.4 m/s
- Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Q = V * A$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal (mt}^3\text{/seg)}$$

$$v = \text{velocidad (mt/seg)}$$

Al despejar V en la fórmula del caudal se obtiene

$$Q = V * A \quad A = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)$$



Con la sustitución de datos se obtiene:

$$V = \left(\frac{4 * Q}{\pi * D^2} \right)$$

Donde:

Q = Caudal en metros cúbicos / segundo

v = velocidad en metros por segundo

A = Área de la sección transversal del conducto en metros cuadrados

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$V = \left(\frac{4 * Q}{\pi * D^2} \right)$$

$$V = \left[\frac{4 * 6.48 \times 10^{-4} \text{ mt}^3 / \text{seg}}{\pi * (0.038 \text{ mt})^2} \right]$$

$$V = 0.571 \frac{\text{mt}}{\text{Seg}}$$

Se encuentra dentro del rango de velocidad $0.4 \text{ m/s} < v < 2 \text{ m/s}$ estipulado en las velocidades mínimas y máximas. $0.4 \text{ mt/seg} < 0.571 \text{ mt/seg} < 2 \text{ mt/seg}$

3.3.5. Carga dinámica total

Es la unificación de todas las pérdidas que afectan la subida del agua al tanque de distribución.

3.3.5.1. Pérdidas por altura en la conducción

Es la diferencia de altura entre la cota de captación en este caso el tanque de almacenamiento y la cota de descarga el tanque de distribución:

$$H_{\text{Estatica}} = Z_1 + Z_2$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$H_{\text{Est}} = 39.32 \text{ mca} + 1 \text{ mca} + 1 \text{ mca} + 1.83 \text{ mca}$$

$$H_{\text{Est}} = 43.15 \text{ mca}$$

3.3.5.2. Pérdidas por fricción en la tubería.

Para el cálculo de la línea de conducción se utilizaron las ecuaciones de continuidad y conservación de la energía, así como la fórmula empírica para fluidos de agua de Hazen Williams, empleada para la pérdida de carga en tuberías cerradas a presión. A continuación se describe la fórmula de Hazen Williams:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

H = Pérdida de carga en metros

L = Longitud en metros

S = Pérdida de carga en m/m

Q = Gasto en mt^3 / seg

D = Diámetro en metros

C = Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Coeficiente de rugosidad (C) de Hazen - Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Tabla 3.6 Coeficiente de rugosidad según el material

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (Hº.Gº)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (Hº. Fº)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: (INAA, 1970)

3.3.5.3. Pérdidas por fricción en la tubería de succión

Después de obtener los resultados del diámetro más económico para la tubería del sistema se procede a analizar la pérdida de carga, según el diámetro elegido



para el diseño hidráulico. Para este caso se seleccionó el de 1 1/2 pulgadas SDR 26 de 160 PSI, con un diámetro interior 3.8mm. *Fuente PROLAMSA*

Datos del tramo:

- ❖ Longitud = 2.59 metros
- ❖ Caudal = 0.648 litros/segundo = $6.48 \times 10^{-4} \text{ mt}^3/\text{seg}$
- ❖ Tubería = 150 PVC (coeficiente de Hazen Williams)
- ❖ Diámetro de la Tubería = 1 1/2 in = 0.033 mt

A continuación se sustituye el diámetro obteniendo el siguiente resultado de pérdida:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * (6.48 \times 10^{-4} \text{ mt}^3/\text{seg})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (0.033 \text{ mt})^{4.87}}$$

$$\frac{H}{L} = 0.020 \frac{\text{mca}}{\text{mt}}$$

$$H = 0.020 \frac{\text{mca}}{\text{mt}} * 2.59 \text{ mt}$$

$$H_{f_1} = 0.051 \text{ mca}$$

3.3.5.4. Pérdidas por fricción en la tubería de descarga

Datos del tramo:

- ❖ Longitud = 219.61 metros
- ❖ Caudal = 0.648 litros/segundo = $6.48 \times 10^{-4} \text{ mt}^3/\text{seg}$
- ❖ Tubería = 150 PVC (coeficiente de Hazen Williams)
- ❖ Diámetro de la Tubería = 1 1/2 in = 0.033 mt



A continuación se sustituye el diámetro obtenido obteniendo el siguiente resultado de pérdida:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 * (6.48 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (0.033 \text{ m})^{4.87}}$$

$$\frac{H}{L} = 0.020 \frac{\text{mca}}{\text{m}}$$

$$H = 0.020 \frac{\text{mca}}{\text{m}} * 219.61 \text{ m}$$

$$H_{f_2} = 4.392 \text{ mca}$$

3.3.5.5. Pérdidas menores

Las pérdidas menores se atribuyen a pérdidas en accesorios que se utilizan en la línea de conducción, para el presente proyecto no existen muchos accesorios utilizados que signifiquen una pérdida significativa, por lo que se asume un 10 % de las pérdidas por fricción en la tubería de impulsión.

$$H = H_{f_1} + H_{f_2}$$

$$H = 10\%(0.051 \text{ mca} + 4.392 \text{ mca})$$

$$H = 10\%(4.443 \text{ mca})$$

$$H = 0.4443 \text{ mca}$$

3.3.5.6. Altura de reserva

Se considera una altura de reserva de 5 metros debido a que el tanque se puede construir en otro lugar del sector con una cota de terreno diferente a la proyectada.

Al haber calculado todas las pérdidas disponibles en la línea de impulsión se proceden a realizar los cálculos de la carga dinámica total:



$$CDT = H_{\text{Estática}} + H_{f_1} + H_{f_2} + H + \text{Altura de reserva}$$

$$CDT = 43.15 \text{ mca} + 0.051 \text{ mca} + 4.392 \text{ mca} + 0.4443 \text{ mca} + 5 \text{ mca}$$

$$CDT = 53.0373 \text{ mca}$$

3.3.6. Verificación del golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producida por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de la bomba. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa). Para los cálculos de la sobrepresión del golpe de ariete, antes es necesario realizar el cálculo de la celeridad y se utiliza la siguiente fórmula:

La presión en el interior de la tubería se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Pi = \Delta h + H_B$$

Cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete:

$$\Delta h = \frac{C * \Delta V}{g}$$

Cálculo de la Celeridad:

$$C = \frac{a}{\sqrt{1 + \frac{E_{\text{agua}}}{E_{\text{pvc}}} \times \frac{D}{e_{\text{min}}}}}$$

Donde:

C = Celeridad o velocidad de onda en metros/segundo



$$E_a = \text{Módulo de elasticidad volumétrica del agua} = 226.376 * 10^6 \text{ kgf/m}^2$$

$$E_{pvc} = \text{Módulo de elasticidad de tubería de PVC} = 2.81 \times 10^8 \text{ kgf/m}^2$$

$$D_i = \text{Diámetro interno de la tubería de 2"} = 53,21 \text{ mm}$$

$$e_{min} = \text{Espesor de la pared de la tubería de 2"} = 3,56 \text{ mm}$$

$$C = \frac{a}{\sqrt{1 + \frac{E_{agua}}{E_{pvc}} \times \frac{D}{e_{min}}}}$$

$$C = \frac{a}{\sqrt{1 + \frac{E_{agua}}{E_{pvc}} \times \frac{D}{e_{min}}}}$$

$$E_a \text{ (para agua a } 25^\circ): 222 * 10^7 \text{ N/mt}^2 = 226.376 * 10^6 \text{ kgf/m}^2$$

$$E_{acero}: 2.1 \times 10^{10} \text{ kgf/m}^2$$

$$\rho = 997.1 \text{ kg/mt}^3$$

$$a = \sqrt{\frac{\epsilon_{agua}}{\rho}}$$

$$a = \sqrt{\frac{222 * 10^7 \text{ N/mt}^2}{997.1 \text{ kg/mt}^3}} = 1,492.131 \text{ mt/seg}$$

$$C = \frac{1492.131 \text{ mt/seg}}{\sqrt{1 + \frac{226.376 * 10^6 \text{ kgf/m}^2}{2.81 \times 10^8 \text{ kgf/m}^2} \times \frac{53,21 \text{ mm}}{3,56 \text{ mm}}}}$$

$$C = 412.509 \text{ m/s}$$

$$\Delta h = \frac{C * \Delta V}{g}$$



$$\Delta h = \frac{412.509 * 0.571 \frac{mt}{Seg}}{9.81 mt/seg^2}$$

$$\Delta h = 24.01 mca$$

$$Pi = \Delta h + H_B$$

$$Pi = 24.01 mca + 53.0373$$

$$Pi = 77.04 mca$$

De acuerdo con el valor anterior, ésta sería la presión soportada por la tubería, por lo que se utilizará una tubería de PVC de 2 pulgadas de 250 PSI, con un cheque horizontal después de la bomba y otra válvula de cheque horizontal a 100 metros de la caseta de bombeo, para que el agua no regrese nuevamente a la bomba y le ocasione daños.

3.3.7. Calculo del NPSH disponible.

(Mataix, 1975) Para que la instalación opere satisfactoriamente, sin fallas hidráulicas ni mecánicas, el NPHS disponible en el sistema deberá ser mayor por lo menos 0.50 metros al NPSH requerido por la bomba. El NPSH disponible.

Se calculará de la siguiente manera:

$$NPSH \text{ disponible} = \frac{P_{atm} * P_{vapor}}{\gamma} \pm \Delta z - \sum H_L$$

Donde:

NPSH : Carga neta positiva disponible

P_{atm} : Presión Atmosférica. $P_{vapor} = 3.166 \text{ KN/mt}^2$. (Véase Tabla 1)

P_{vapor} : Presión de Vapor. $\gamma = 9.78 \text{ KN/mt}^3$. (Véase Tabla 2)

$\pm \Delta z$: Altura estática de succión: positiva cuando el nivel del tanque de succión esté sobre la línea de eje de la bomba y negativa cuando esté debajo.

$\sum H_f$: Sumatoria de todas las pérdidas de carga en la línea de succión.

$\Delta z = -1.53 \text{ mt}$ Succion negativa

$\sum H_f$: $H_{f_1} + 10\% H_{f_1}$



$$\sum H_f = 0.051 \text{ mca} + 10\%(0.051 \text{ mca})$$

$$\sum H_f = 0.0561 \text{ mca}$$

Al sustituir datos se obtiene.

$$\text{NPSH disponible} = \frac{101.325 \text{ KN/mt}^2 - 3.166 \text{ KN/mt}^2}{9.78 \text{ KN/mt}^3} - 1.53 \text{ mt} - 0.0561 \text{ mt}$$

$$\text{NPSH disponible} = 8.40 \text{ mt}$$

$$\text{NPSH disponible} > \text{NPSH requerido}$$

3.3.8. Selección de la bomba

Las bombas centrífugas y volumétricas ofrecen alternativas para diferentes rangos de aplicación. El proceso de selección de la bomba para este proyecto es de suma importancia. Todas las bombas tienen que usar la energía eficientemente.

La siguiente tabla presenta las ventajas y desventajas de las diferentes bombas utilizadas en el bombeo FV.

Tabla 3.7 Ventajas y desventajas de las bombas

Bombas De agua	Características y Ventajas	Desventajas
Centrífugas sumergibles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comúnmente disponibles. ➤ Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena. ➤ Pueden utilizar el agua como lubricante. ➤ Cuentan con motores de CC de velocidad variable o CA. ➤ Manejan flujos altos. ➤ Operan a cargas dinámicas grandes. ➤ Tienen un diseño modular que permite obtener más agua al agregar más módulos fotovoltaicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tienen un rango de eficiencia estrecho con respecto a la CDT. ➤ Se dañan si trabajan en seco. ➤ Deben extraerse para darles mantenimiento. ➤ Sufren desgaste acelerado cuando se instalan en fuentes corrosivas.
Centrífugas de succión superficial	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comúnmente disponibles. ➤ Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena. ➤ Son de fácil operación y mantenimiento por ser superficiales. ➤ Cuentan con motores de CC de velocidad variable o CA. ➤ Manejan flujos altos. ➤ Manejan cargas dinámicas altas, aunque no son capaces de succionar más de 8 metros. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tienen un rango de eficiencia estrecho con respecto a la CDT. ➤ Sufren desgaste acelerado cuando se instalan en fuentes corrosivas. ➤ Pueden dañarse por el congelamiento en climas fríos.
Desplazamiento positivo de pistón	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soportan cargas dinámicas muy grandes. ➤ La producción puede variarse ajustando la carrera del pistón. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Requieren de reemplazo regular de sellos del pistón. ➤ No toleran arenas o sedimentos. ➤ La eficiencia se reduce a medida que el pistón pierde la capacidad de sellar el cilindro. ➤ Debe extraerse el pistón y el cilindro del pozo para reparar los sellos. ➤ No dan grandes flujos.
Diafragma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Operan a cargas menores de 40 metros. ➤ Son muy económicas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No toleran arenas o sedimentos. ➤ No trabajan a cargas dinámicas grandes Bajos flujos.

3.3.9. Potencia del equipo de bombeo

3.3.9.1. Selección de la potencia de la bomba según la curva característica

Con la curva característica de la siguiente figura se seleccionara la potencia de la bomba para así poder abastecer las necesidades de la finca el Limón.

Con los cálculos realizados en la página ¿...?

Con la carga dinámica total y el caudal de bombeo obtenemos un resultado en el siguiente gráfico.

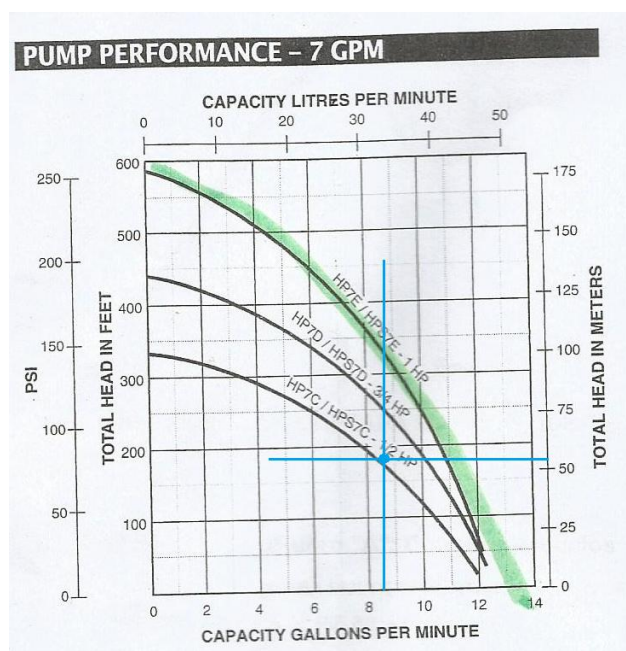
Datos

CDT = 53.0373 mca

Caudal = 8.55 GPM

Intersectando los datos en el siguiente gráfico obtenemos una curva por encima de la ½ hp, por lo cual seleccionamos una bomba de ¾ hp Multietapas de eje horizontal suficiente para bombear el caudal demandado.

Figura 3.2 Curva característica para la selección de la bomba



(AQUATEC)



3.3.9.2. Calculo de eficiencia de la bomba

Para obtener la eficiencia de la bomba despejamos utilizamos la siguiente formula.
(Mataix, 1975)

$$P_a = \frac{Q * \rho * g * H_{Bomba}}{\eta_{Bomba}}$$

$$\eta_{Bomba} = \frac{Q * \rho * g * H_B}{P_a}$$

Donde;

$P_a = 560 \text{ watt}$ → Potencia de accionamiento

$\eta_{Bomba} = ?$ → Eficiencia total de la bomba

$H_B = 53.0373\text{m}$ → Altura de la bomba

$\rho = 996 \text{ kg/m}^3$ → $T = 30^\circ\text{C}$ → Densidad del agua

$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$ → Gravedad atmosferica

$Q = \frac{6.48 * 10^{-4} \text{m}^3}{\text{seg}}$ → Caudal de bombeo

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\eta_{Bomba} = \frac{6.48 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{Seg} * 996 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 53.0373\text{m}}{560\text{watt}}$$

$$\eta_{Bomba} = 60\%$$

La eficiencia de las bombas varían entre 60 y 85 % (Ver pág. 18 de este documento).

3.4. Obras Hidráulicas

3.4.1. Caja de captación

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones



adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

La captación estará conformada de un filtro de piedra de bola, grava y arena con una capacidad de 1 metro cúbico, el cual tendrá una tubería hacia la caja de captación de la misma, ambas con su respectivo rebalse. La tubería de salida llevará una válvula de control de bronce. Alrededor de la captación se colocará una contra cuneta, para que el agua de lluvia proveniente de la ladera no contamine el manantial. **(Ver Anexo C)**

El paso a dicha caja o tanque de captación deberá estar restringido, para protegerla de un posible daño a su estructura y garantizar su funcionamiento.

3.4.2. Selección del tanque de almacenamiento

3.4.2.1. Generalidades

(INAA, 1970) En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a. Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b. Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c. La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d. Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e. Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f. Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 m, con un borde libre de 0.50 m y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especial se construirán tanques de acero sobre el suelo.



3.4.2.2. Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a. Volumen compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b. Volumen de reserva:

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

Tabla 3.8 Proyección de población y consumo de agua

PROYECCION DE POBLACION Y CONSUMO DE AGUA									
Año	Tasa de crecimiento	Población	Consumo poblacional	cons. Prom. Total. Diario		Consumo Max. Día		Consumo Max. Hora	
				(+ 15% Pedidas 1.15) CPD		1.5 (1.15CPD)		2.5 (1.15CPD)	
	r (%)	Hab.	Litros	LPD	LPS	LPD	LPS	LPD	LPS
2014	3	65	3900.00	4485.0	0.0519	6727.5	0.078	11212.50	0.130
2019	3	75	4521.17	5199.3	0.0602	7799.0163	0.090	12998.36	0.150
2024	3	87	5241.27	6027.5	0.0698	9041.1974	0.105	15068.66	0.174
2029	3	101	6076.07	6987.5	0.0809	10481.226	0.121	17468.71	0.202
2034	3	117	7043.83	8100.4	0.0938	12150.613	0.141	20251.02	0.234
Dotación	60 lppd								

Volumen del Tanque =35%CPD

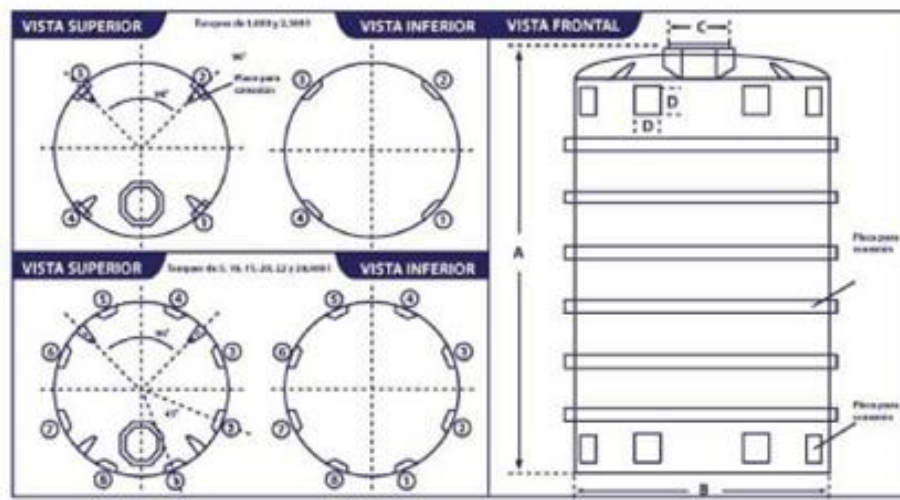
Volumen del Tanque =35%*(8100.5 LPD)

Volumen del Tanque = 2835.14 Lts= 748.96 Gal

Figura 3.3 Selección de la capacidad del tanque de almacenamiento

10

Tanques de Almacenamiento



Ficha Técnica

TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
DESCRIPCIÓN	A	B	C	D
TAN-1000 l	1.36 m	1.10 m	18"	0.15 m
TAN-2500 l	1.76 m	1.55 m	18"	0.20 m
TAN-4000 l	2.17 m	1.75 m	18"	0.20 m
TAN-5001 l	2.18 m	1.83 m	18"	0.20 m
TAN-5000 l	1.77 m	2.20 m	18"	0.20 m
TAN-10000 l	3.10 m	2.20 m	18"	0.20 m
TAN-15000 l	3.80 m	2.40 m	18"	0.20 m
TAN-22000 l	3.52 m	3.00 m	18"	0.20 m
TAN-25000 l	3.90 m	3.00 m	18"	0.20 m

Rotoplas
Industrial

(catalogo industrial Rotoplas)

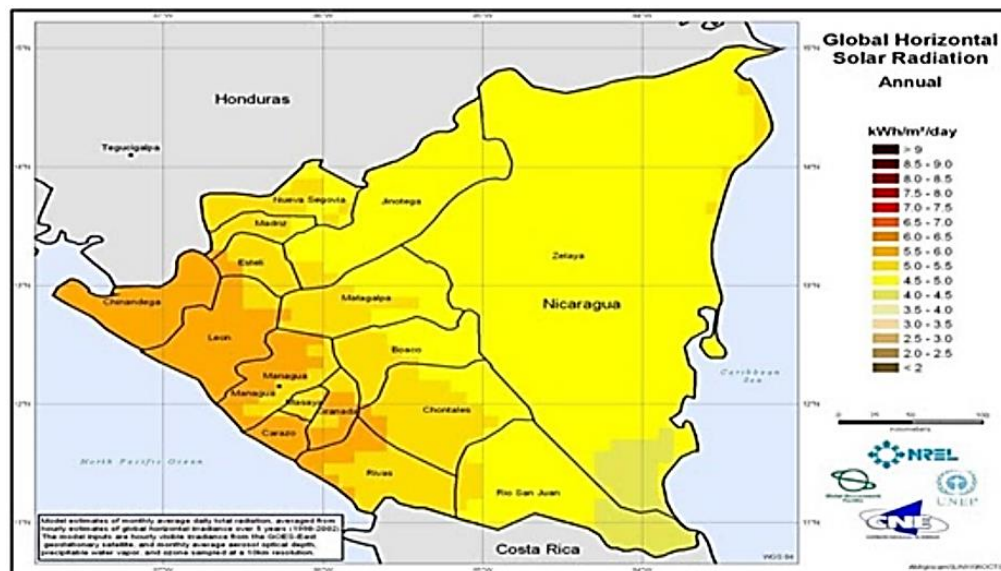
3.4.2.3. Localización.

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución. (Ver anexo D)

3.5. Selección de paneles fotovoltaico

3.5.1. Datos Meteorológicos de Radiación Solar.

Figura 3.4. Mapa de Energía Solar Incidente diaria

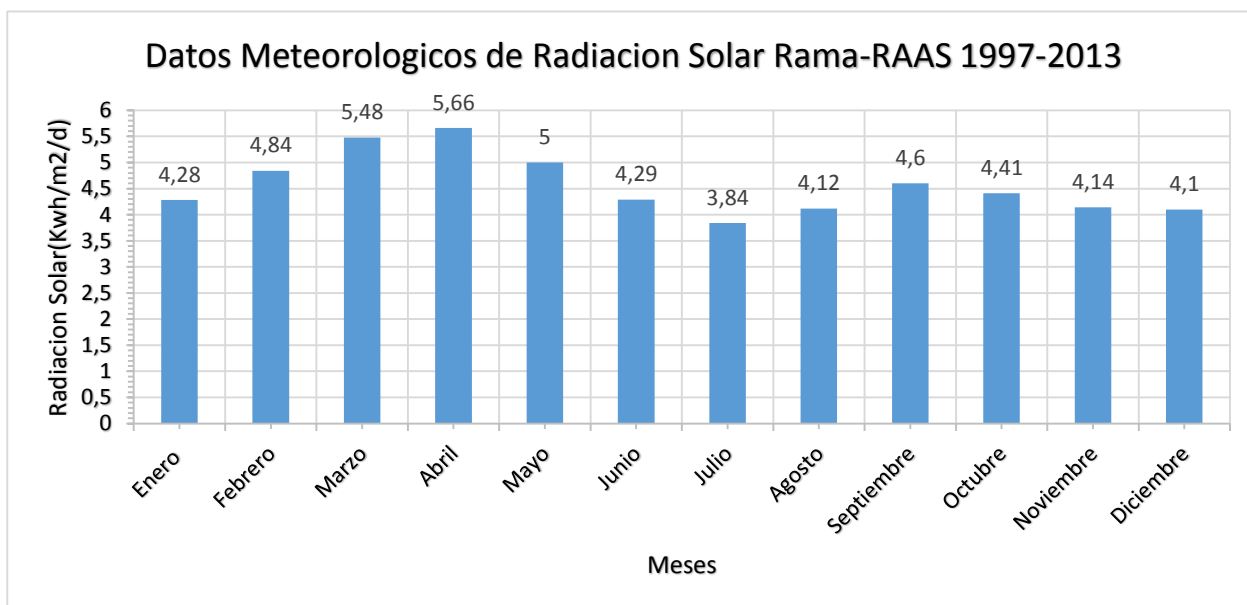


De acuerdo al mapa de energía solar incidente diaria, se puede obtener la siguiente información:

Para la región de la RAAS se especifica un promedio de radiación solar de 4.5 – 5 Kwh/m²/d.

El siguiente grafico nos muestra la radiación Solar Incidente mensual del municipio del Rama.

Figura 3.5. Datos meteorológicos de radiación solar



(RETscreen)

3.5.2. Identificación del potencial del recurso solar del Municipio del Rama.

De los meses (julio, Diciembre, Marzo, Abril,) analizados en la zona del Rama, se cuenta con el nivel de irradiación baja en el mes de mayo y agosto entre 3.84 y 4.1 Kwh/m², esto a comparación de noviembre y febrero donde podemos obtener entre 5.48 y 5.66 Kwh/m².

De acuerdo a los valores obtenidos seleccionaremos la condición de trabajo más desfavorable que se pueda presentar, por lo que trabajaremos con los valores comprendidos entre 3.84 a 4.1Kwh/m², seleccionando el nivel más bajo de irradiación solar 3.84 Kwh/m² con la finalidad de dimensionar los recursos necesarios.

Para fines prácticos de cálculo $I_d = 3.84 \text{ Kwh/m}^2$.

3.5.3. Identificación de la demanda energética:

El cuadro a continuación se lista las cargas que serán alimentadas por el sistema fotovoltaico de acuerdo a las necesidades del Sistema de Bombeo, considerando el periodo que será utilizada.

Tabla 3.9 Demanda de la energía

Cantidad	Equipo	Potencia (watts)	N° Horas Funcionamiento(día)	Energía (Wh/día)	Energía (Kwh/día)
1	Bomba Centrifuga	560	8	4480	4.48

3.5.4. Cálculo del número y capacidad de paneles fotovoltaicos:

Para dimensionar el tamaño del sistema fotovoltaico (A_r) se utilizara la siguiente formula:

$$A_r = 1200 * \frac{E_d}{I_d}$$

A_r = Tamaño del sistema fotovoltaico

E_d = Energía diaria

I_d = Irradiación diaria

$$A_r = 1200 * \frac{4.48(\text{Kwh/día})}{3.84 \text{ Kwh/m}^2}$$

$$A_r = 1400 \text{ Wp}$$

$$\text{Numero de paneles} = \frac{1400 \text{ Wp}}{255 \text{ Wp}} = 5.5 \approx 6$$

$$\text{Capacidad de los paneles} = 255 \text{ WP} - 30.2 \text{ V (ver anexo C)}$$

De acuerdo a la potencia que necesitaremos generar, se seleccionara el mejor arreglo de paneles, esto nos permitirá satisfacer las condiciones impuestas por la carga eléctrica, con un determinado grado de confiabilidad para el sistema. Seleccionaremos la cantidad de paneles solares y la capacidad según el catálogo de la marca CANADIAN.



3.5.5. Cálculo del número y capacidad de las baterías.

3.5.5.1. Capacidad de las batería

Otro de los cálculos básicos de una instalación fotovoltaica corresponde al cálculo de los Ah de capacidad que ha de tener el acumulador de la instalación. Para ello definiremos qué se entiende como día de autonomía, que corresponde al hecho de que, produciéndose un día sin radiación solar, el acumulador pueda proporcionar al receptor la corriente necesaria para su perfecto funcionamiento durante las horas previstas en el diseño.

El número de días de autonomía que debemos dar a una instalación estará marcado por dos factores fundamentales como son la seguridad que necesite la instalación y la posibilidad estadística de producirse días nublados consecutivos, factor este último íntimamente ligado al lugar de situación. Cuanto mayor sea la seguridad deseada ante un posible fallo, mayor ha de ser el número de días de autonomía.

La profundidad de descarga que se produce en la batería, tanto diariamente durante la descarga nocturna, como en una descarga excepcional al producirse unos días de mal tiempo, representa un dato fundamental para el cálculo de la capacidad de acumulación. No obstante, el valor de la descarga máxima lo deberemos definir en función del tipo de batería que se utilice.

Para dimensionar el módulo de almacenamiento se utilizara la siguiente formula:

$$\text{Tamaño} = (\text{AUT} \times \text{Ed}) / (\text{REND} \times \text{DESC})$$

Para el cálculo de la potencia que suministrará el banco de baterías se contará con la siguiente información:

$$\text{AUT (Autonomía – días sin brillo solar)} = 1$$

$$\text{Ed} = 4.48 \text{ kWh/día}$$

$$\text{REND (eficiencia de la batería)} = 80\%$$

$$\text{DESC (descarga de la batería)} = 50\%$$



Para fines prácticos se asumirá lo mínimo recomendable, sin embargo estará condicionado al conocimiento de los días sin brillo solar de la zona y de acuerdo a lo solicitado por el cliente en cuanto se refiere al incremento en los precios a mayor número de autonomía.

$$\text{Por lo tanto, el tamaño de la batería} = (1 \times 4.48) / (0.8 \times 0.5)$$

$$\text{Tamaño} = 11.2 \text{ kWh} = 11,200 \text{ Wh}$$

3.5.5.2. Numero de baterías

Para el cálculo del número de baterías se contara con la siguiente información:

$$\text{Numero de Baterías} = \text{Tamaño} / (Ah \times V)$$

Se seleccionara el voltaje de la batería a 24 voltios. Por lo que seleccionaremos las baterías “Master solar RT12” de 12 V, 110 AH”. Ver anexo

$$\text{Numero de Baterías} = 11200 \text{ Wh} / 1320 \text{ watt}$$

$$\text{Numero de Baterías} = 8.48 = 8$$

Se usaran 8 baterías. 4 y 4 en paralelo luego en serie para los 24v.

3.5.6. Cálculo de la capacidad del Controlador

Tabla 3.10. Cantidad de energía requerida para CA Y CD

Cantidad	Equipo	Potencia (watts) (DC)	Energía Requerida Wh/día	
			AC	CD
1	Bomba Centrifuga	560	560	0

Potencia en AC es de 560

(Electricidad gratuita con paneles solares, s.f.) Para el sistema de 24 voltios, la máxima energía se dará por los paneles (1400 Wh/día) a comparación de la potencia demandada por las cargas en AC (560 Wh/día), por lo que nos permitirá obtener la máxima intensidad de corriente que deberá soportar el controlador.

$$P = V \cdot I \quad 1400 \text{ Watt} = 24V \cdot I \quad I = \frac{1400 \text{ Watt}}{24V} = 58.3A \approx 60A$$

- ✓ El controlador deberá tener una capacidad de 60 amperios.
- ✓ Se seleccionara un controlador MORNINGSTAR 60A TS-60 (Ver anexo)

3.5.7. Cálculo de la capacidad del inversor

La potencia que atenderá el inversor, en forma simultanea de todos los equipos en AC será de 560W, por lo que se seleccionara un inversor **“INVERSOR CARGADOR TRANCE SP2024-2000W 24V SENO PURO”** con potencia nominal continua de 560W, 24V DC de entrada y salida 110 Vac a 60Hz. De acuerdo a la curva de eficiencia del fabricante para un consumo de 746W se contara con un 92% de eficiencia, el 8% (8W) de las pérdidas producidas por el inversor se adicionaran al requerimiento total, sin embargo esto no representa mayor dimensionamiento en los paneles ya que está cubierto por los 1400W del arreglo. (Ver tabla). (Electricidad gratuita con paneles solares, s.f.)

3.5.7.1. Características de un inversor/cargador

Tabla 3.11. Datos técnicos del inversor

Datos Técnicos	OutBack Serie FX		
	FX2012T	FX2524T	FX3048T
Datos de Entrada			
Vnominal DC	12 VCD	24 VDC	48 VDC
Rango de Voltaje CD	10.5-17.5	21.0-34.0	42.0-68.0
Datos de Salida			
Potencia nominal de Salida AC	2000 VA	2500 VA	3000 VA
I _{max} . De salida AC			
Pico	56 A	70 A	70 A
RMS	40 A	50 A	50 A
Rango de Voltaje nominal AC	80-150 V		
Rango de Frecuencia AC	54-66 Hz		
Capacidad de Sobrecarga AC			
Instantes	4800 VA	6000 VA	6000 VA
5 segundos	4000 VA	4800 VA	4800 VA
30 minutos	2500 VA	3200 VA	3200 VA
Distorsión Armónica Total (THD)	Típica 2%, Maximo 5%		
Salida para la carga de baterías	80 A DC	55 A DC	35 A DC
Interruptor DC mínimo Recomendado	OBDC-250	OBDC-175	OBDC-100
Eficiencia	90%	92%	93%

(UNAM, 2012)



3.5.8. Selección de conductores de electricidad

El dimensionamiento del cableado se realizara en función a la forma como están distribuidas las cargas y la ubicación de los equipos, tratando de encontrar la ruta más corta para reducir las pérdidas por longitud del cableado.

Dentro del local se ubicaran las cargas (bomba centrífuga de eje horizontal), y los equipos que conforman el sistema fotovoltaico (el inversor, arreglo de baterías y el controlador). (Ver Anexo D)

3.5.8.1. Del Panel Fotovoltaico-Controlador

$$P = I * V$$

$$I = \frac{1400}{24} = 58.3A$$

Cable THHN 6 UL negro 75AMP de capacidad máxima

3.5.8.2. Del Controlador-Inversor

$$P = I * V$$

$$I = \frac{560}{24} = 23A$$

Cable 12 AWG TSJ 40AMP de capacidad máxima

3.5.8.3. Del controlador-baterías

$$P = I * V$$

$$I = \frac{560}{24} = 23A$$

Cable 12 AWG TSJ 40AMP de capacidad máxima

3.5.8.4. Del inversor-Panel de cargas

$$P = I * V$$

$$I = \frac{560}{24} = 23A$$

Cable 12 AWG TSJ 40AMP de capacidad máxima.



3.5.8.5. Del Panel de Cargas-Bomba

$$P = I * V$$

$$I = \frac{560}{24} = 23A$$

Cable 12 AWG TSJ 40AMP de capacidad máxima.

3.6. Caseta de bombeo

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos. El dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee. Los casos más comunes son:

- a. Cuando se emplean bombas estacionarias de eje horizontal y de eje vertical: estarán albergadas en la caseta de bombeo, junto con los motores, generadores, tableros, circuitos y válvulas de accionamiento necesarias.
- b. Cuando se empleen bombas sumergibles: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y tablero de control, eventualmente el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

Las dimensiones de la sala de bombas deben permitir igualmente facilidad de movimiento, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipamientos y además abrigar, cuando fuere el caso, los dispositivos de servicio para maniobra y movilización de las unidades instaladas. Se debe considerar:

1. El espacio libre para la circulación en torno a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,50 m pero no menor a 1,0 m. En el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres diámetros de la bomba.
2. Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1,0 m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.

3. Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1,0 m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación.
- d) En el caso que el piso de la sala de bombas se localizase por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje. La superficie de la sala de bombas deberá ser establecida tomando en cuenta el tamaño del pozo de succión, y las dimensiones complementarias deben ser estudiadas a fin de posibilitar una buena distribución, minimizando la construcción civil. La disposición de los grupos moto-bombas, siendo éstas del tipo horizontal, debe obedecer, tanto como sea posible, las disposiciones en zig-zag o en diagonal. **(ver anexo D)**

3.7. Selección del control de nivel de líquido

En la gama existente de medidores de nivel, se seleccionará un interruptor con boya magnética. Se utilizará para el control de nivel de líquido máximo y mínimo del tanque de almacenamiento.

El interruptor con boya magnética tiene como aplicación detectar un nivel de líquido específico y producir una salida eléctrica que activara el accionamiento de la bomba.

Figura 3.6. Control de nivel de líquido





Tabla 3.12. Datos Técnicos del control de nivel

Características Técnicas	
Cargas eléctricas	110-250 V / 15ª 50/60 Hz
Temperatura de operación	0° / 60 °C
Ciclos de funcionamiento	100.00 ciclos
Angulo de corte	+/- 45°
Normas	IEC 60730-2-16
Marcación	(€
Grado de protección	IP 68
Dimensiones	104 x 78 x 41mm
Peso neto	285 gr.
Presión máxima	1 bar
Material de construcción	PP polipropileno atoxic
Funcionamiento	II

3.7.1. Funcionamiento

Cuando el nivel del fluido alcanza la boya provocando su movimiento, el imán del interior provoca el cierre o apertura de un contacto red. El estado de cierre/apertura se mantiene hasta que el nivel del fluido desciende por debajo de la cuota de la boya. La señal de salida, de tipo ON/OFF, acciona el encendido de la bomba cada vez que el nivel baje dentro de los límites establecidos.



3.8. Mantenimiento del sistema de bombeo de agua

Los sistemas de bombeo FV requieren muy poco mantenimiento, aunque se ha de realizar un mantenimiento preventivo explicativo en el manual de operación y mantenimiento de instalación.

La manera más efectiva para maximizar los beneficios de los sistemas de bombeo de agua es llevando acabo un mantenimiento preventivo. El programa de mantenimiento preventivo debe estar diseñado para maximizar el costo de vida útil del sistema. Cada tipo de sistema tiene diferentes requisitos de mantenimiento.

En general se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma.

- ✓ Vigilancia
- ✓ Mantenimiento preventivo
- ✓ Mantenimiento correctivo

Vigilancia

Estas actuaciones se refieren básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos.

Su realización será responsabilidad del usuario, según la periodicidad marcada en el manual de uso e instrucciones, la cual será de al menos de 1 vez al mes en instalaciones aisladas a la red general de distribución y 1 vez cada 6 meses en las conectadas a la red general de distribución.

El usuario notificará al instalador ante la presencia de anomalías según lo indicado en el manual de instrucciones y una vez realizadas sin éxitos las recomendaciones que figuren en el mismo.



Mantenimiento preventivo

El *mantenimiento preventivo* es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Mantenimiento correctivo

El *Mantenimiento correctivo* es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

El mantenimiento y la frecuencia de las revisiones dependerán de las horas de funcionamiento de la bomba, de la severidad de las condiciones de servicio y de los materiales utilizados en la construcción.

3.8.1. Planificación de mantenimiento según su frecuencia

3.8.1.1. Mantenimiento en paneles fotovoltaico

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión de la instalación, de acuerdo a su configuración y potencia (pico o nominal), según la siguiente periodicidad.

Tabla 3.13 Planificación de mantenimiento del sistema Fotovoltaico

Tipo de estación	Potencia pico nominal (W)	Frecuencia (meses)
Fotovoltaicas no conectadas a la red general de distribución	Menor o igual a 750W	12
	Mayor de 750W	6
Fotovoltaica conectadas a la red general de distribución	Menor o igual a 5KW	12
	Mayor de 5 KW	6

Significado de abreviaturas:

- IV: Inspección visual
- CF: Control (o comprobación) de funcionamiento

Equipo	Frecuencia	Trabajo a realizar
COLECTORES SOLARES		
Colectores	6 meses	IV de diferencias sobre original
	6 meses	IV presencia daños que afectan la seguridad
	12 meses	IV de limpieza
Carcasa	12 meses	IV de deformación, oscilaciones y estado de la conexión a tierra.
Conexión	12 meses	IV de apriete de bornes y conexiones y estado de diodos de conexión
Estructura	12 meses	IV de degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillo.
GENERADORES		
Torreo O Mástil	12 meses	IV degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos y vientos.
	6 meses	CF de engrase de uniones móviles
Regulador	12 meses	CF de funcionamiento, de los indicadores y caída de tensión entre terminales
	12 meses	IV de conexión de terminales
ACUMULADORES (BATERÍA)		
Batería	6 meses	CF de densidad del líquido Electrolítico



	24 meses	IV del nivel líquido Electrolítico
	12 meses	IV de terminales, su conexión y engrase
EQUIPOS ELECTRONICOS		
Reguladores	12 meses	CF de funcionamiento, de los indicadores de intensidad y caída de tensión entre terminales
	12 meses	IV de cableado y conexión de terminales
Inversores	12 meses	CF de rango de tensión, estado de indicadores y alarmas
	12 meses	IV de conexión de terminales
Controladores	12 meses	CF de funcionamiento y tolerancia de la media
	12 meses	IV de conexión de terminales
Sistema de monitorización	6 meses	CF de conexión remota, almacenamiento de registro, regulación y tolerancia de la media
	12 meses	IV conexión de terminales
CABLES, INTERRUPTORES Y PROTECCIONES		
Cableado	12 meses	CF de Estanqueidad, protección y conexión de terminales, empalmes y platina
	12 meses	CF de caída de tensión (solo CC)
Interruptores	12 meses	CF de funcionamiento y actuación de los elementos de seguridad y protecciones: fusibles, toma de tierra, interruptores de seguridad



3.8.1.2. Mantenimiento motor-bomba

Tabla 3.14 Planificación de mantenimiento de Motor- bombas

Equipo	Frecuencia	Trabajo a realizar
GRUPO MOTOR BOMBA	30 días	engrase de la bomba
	30 días	limpieza general superficial
	30 días	limpieza completa del sistema de refrigeración (incluido espacios entre aletas disipadoras del motor)
	30 días	limpieza del filtro de aire y gabinete porta filtro
	30 días	limpieza y lubricación de sistema de arranque manual
	30 días	limpieza de bujía
	30 días	limpieza de bomba
	30 días	engrase de la bomba
	30 días	limpieza de abrazaderas y complementos de unión
	30 días	verificar elementos térmicos
MOTOR	30 días	limpieza de arrancador
	30 días	limpieza de interruptor de seguridad
	15 días	verificar temperatura de cojinetes
	30 días	lubricar cojinetes
	360 días	cambio de baleros
	180 días	lavado interior y rebarnizado
	15 días	Verificar temperatura de cojinetes
BOMBA	30 días	Lubricación de cojinetes
	30 días	Empacar presa estopa
	180 días	Revisar impulsor
	180 días	Revisar caja o cuerpo



3.9. Costos y presupuesto para la instalación del sistema de bombeo de agua.

3.9.1. Costos totales del proyecto

En el presente proyecto se estimará una lista de accesorios y materiales, para la instalación del sistema de Bombeo de agua potable detallado en cantidad y costo en la siguiente tabla.

Tabla 3.15 Materiales para la Instalación del sistema de bombeo de agua potable				
Cant	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
40	C/u	Tubo pvc sdr 41 (100 psi) 1 1/2" x 6 mts	C\$ 149.16	C\$ 5,966.26
6	C/u	Codo liso pvc 1 1/2" 90° s40 ap	C\$ 14.24	C\$ 85.45
1	C/u	Válvula d/pie c/canast a.inox 11/2" dica 4045r.38	C\$ 443.49	C\$ 443.49
1	C/u	Válvula de bola 1 1/2" 300psi 3550c.38 dica	C\$ 461.66	C\$ 461.66
1	C/u	Válvula de compuerta de nibco 1 1/2"	C\$ 1,100.80	C\$ 1,100.80
1	C/u	Válvula check horiz/ vertical 1 1/2" 200psi 4045n.38 dica	C\$ 340.69	C\$ 340.69
1	C/u	Válvula de alivio ø 1 1/2"	C\$ 1,200.00	C\$ 1,200.00
2	C/u	Medidor de agua 1 1/2" roscado	C\$ 3,805.85	C\$ 7,611.70
2	C/u	Reductores galvanizados de 1 1/2" - 3/4"	C\$ 59.61	C\$ 119.21
15	C/u	Adaptador macho pvc 1 1/2"	C\$ 9.97	C\$ 149.53
5	C/u	Union Lisa pvc 1 1/2" s40 ap	C\$ 8.52	C\$ 42.61
2	C/u	Unión de compresión pvc 1 1/2	C\$ 152.30	C\$ 304.60
1	C/u	Bomba multietapa sta-rite 0.75 hp 1 fase	C\$ 28,527.97	C\$ 28,527.97
	C/u	Bridas de acero galvanizado	C\$ 237.25	C\$ 237.25
3	Gln	Pegamento pvc gris 1 gl	C\$ 862.75	C\$ 2,588.26
10	C/u	Teflón profesional 3/4" 19mmx0.20mmx10mts	C\$ 26.98	C\$ 269.84
10	C/u	Lija de agua grano 360 t417 Norton	C\$ 7.12	C\$ 71.16
Total				C\$ 49,520.48



Los Materiales para el sistema de almacenamiento. Como le tanque de almacenamiento, el control de nivel de flujo, la tubería y las válvula para la línea de distribución. Se adquirieron mediante la cotización en casas comerciales como AQUATEC, Ferretería Jenny. CAPSA, etc. (ver anexo).

Tabla 3.16 Materiales para la instalación del Tanque de almacenamiento				
Cant	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
1	c/u	Tanque tritank p/almacenar agua azul 5,000 lts	C\$ 20,893.56	C\$ 20,893.56
1	c/u	Válvula gaveta 1/2" 150psi 693.13 dica	C\$ 104.11	C\$ 104.11
1	c/u	Tubo pvc sdr 13.5 (320 psi) 1/2" x 6 mts	C\$ 56.90	C\$ 56.90
3	c/u	Adaptador macho pvc 1/2"	C\$ 3.32	C\$ 9.97
1	c/u	Control de flote dh 10a aquapro	C\$ 648.37	C\$ 648.37
Total				C\$ 21,712.91

El panel solar y Los equipos como la batería, el inversor y el regulador de voltaje se adquirieron mediante la cotización en casas comerciales como SINSA, y TECNOSOL.

Tabla 3.17 Materiales para Instalación del sistema fotovoltaico				
Cant	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
6	C/u	Modulo solar canadian 225w-30.2v csgp-225p	C\$ 390.00	\$2,340.00
9	C/u	Bateria sellada master safe rt12 12v-110ah	C\$ 190.00	\$1,710.00
1	C/u	Inversor cargador trace sp2024-2000w 24v seno puro	C\$ 1,120.00	\$1,120.00
1	C/u	Regulador morningstar 60a ts-60	C\$ 241.85	\$241.85
Total				\$5,411.85



Los materiales como la tuberías y accesorios, para la instalación del sistema de rebose en la pileta de captación fueron adquirido en diferentes ferreterías y tiendas especializadas como Ferretera Jenny y CACSA.

Tabla 3.18 Materiales para la instalación del sistema de rebose en pila de captación				
Cant.	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
1	C/u	Tubo pvc sdr 41 (100 psi) 2" x 6 mts	C\$ 177.05	C\$ 177.05
1	C/u	Tubo pvc sdr 41 (100 psi) 3" x 6 mts	C\$ 450.87	C\$ 450.87
1	C/u	Valvula gaveta 2" 150psi 693.51 dica	C\$ 546.30	C\$ 546.30
2	C/u	Codo liso pvc 3" 90° s40 ap	C\$ 17.60	C\$ 35.20
2	C/u	Adaptador macho pvc 2"	C\$ 13.29	C\$ 26.58
Total				C\$ 1,236.00

El material eléctrico y los accesorios para la instalación de la bomba y los paneles Fotovoltaicos fueron adquiridos en Edison Electric S.A.

Tabla 3.19. Materiales para sistema eléctrico de los paneles Fotovoltaico-bomba				
Cant.	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
1	C/u	Guarda motor push boton 9-13a	C\$ 1,181.15	C\$ 1,181.15
1	C/u	Contactador industrial 3p lg bo 240v metasol	C\$ 857.20	C\$ 857.20
10	Mt	Conductor eléctrico tsj 3x14	C\$ 32.00	C\$ 320.00
1	C/u	Selector perilla corta 2 posiciones ina lg 23730	C\$ 389.47	C\$ 389.47
1	C/u	Tablero eléctrico metálico 300x200x200 ce-3020-2	C\$ 2,142.45	C\$ 2,142.45
1	Mt	Riel din simetrico 7.5mm x 2m lg37404	C\$ 61.93	C\$ 61.93
12	C/u	Regleta p/cable 4mm lg37404	C\$ 47.39	C\$ 568.68
8	Mt	Thhn 6 negro alamb. Thhn 6 ul negro 75 amp 600v 90 °c	C\$ 44.55	C\$ 356.40
8	Mt	Thhn 6 blanco alamb. Thhn 6 ul negro 75 amp 600v 90 °c	C\$ 44.55	C\$ 356.40
8	Mt	Thhn 6 rojo alamb. Thhn 6 ul negro 75 amp 600v 90 °c	C\$ 44.55	C\$ 356.40
5	Mt	Conductor eléctrico tsj 3x12	C\$ 49.00	C\$ 245.00
Total				C\$ 6,835.08

Los Materiales de Construcción para la Elaboración de la pileta de captación y la base para la colocación del tanque de se adquirieron mediante la cotización en FETESA.

Tabla 3.20 Materiales para diseño de la pileta de captación-caseta de bombeo				
Canti	U/m	Descripción	Precio unitario	Total
60	Bol.	Cemento gris	C\$ 230.56	C\$ 13,833.60
3	Mt	Arena (mt)	C\$ 400.00	C\$ 1,200.00
1.5	Mt	Piedrín(mt)	C\$ 200.00	C\$ 300.00
32	C/u	Varilla corrugada grado 40 #3 3/8x6m arcelormit	C\$ 81.38	C\$ 2,604.16
5	Lib.	Alambre recoci 18 4808mtsxxq	C\$ 14.40	C\$ 72.00
24	C/u	Varilla lisa 1/4x6m estandar	C\$ 30.76	C\$ 738.24
20	C/u	Tubo galvanizado 1 1/2x6m	C\$ 622.63	C\$ 12,452.60
6	C/u	Perlin 1/16 (1.50mm)x1 1/2x3x6m	C\$ 278.97	C\$ 1,673.82
4	C/u	Zinc corrugado calibre 26x6 metalco	C\$ 4,713.46	C\$ 18,853.84
2	Roll.	Malla ciclon cal-13.5 8 -100'	C\$ 4,186.27	C\$ 8,372.54
1	C/u	Angular canto vivo 1/8x1 1/2x6m	C\$ 285.34	C\$ 285.34
5	Lib.	Soldadura 1/8"x14" 6011 Lincoln	C\$ 50.86	C\$ 254.30
Total				C\$ 60,640.44

3.9.2. Presupuesto

Los precios considerados corresponden al año 2015. Se ha usado como referencia en el costo de los materiales. El presupuesto se divide en 6 partes, que corresponde con la ejecución e implementación de un proyecto de estas características.

En el presupuesto se ha tenido en cuenta todo el sistema. Desde la captación de los ojos de agua, sistema de impulsión, distribución hasta el tanque de almacenamiento.

En la siguiente tabla se da un resumen del presupuesto. En los anexos se pondrá en detalle el presupuesto.

Tabla 3.21 Presupuesto	
Materiales	Costos Totales
Materiales para la Instalación del sistema de bombeo de agua potable	C\$ 49,520.48
Materiales para la instalación del Tanque de almacenamiento	C\$ 21,712.91
Materiales para Instalación del sistema fotovoltaico	\$5,411.85
Materiales para la instalación del sistema de rebose en pila de captación	C\$ 1,236.00
Materiales para sistema eléctrico de los paneles Fotovoltaico-bomba	C\$ 6,835.08
Materiales para diseño de la pileta de captación-caseta de bombeo	C\$ 60,640.44
Total de costo del Proyecto	C\$ 286,064.86

b). Análisis de Resultado

El caudal calculado para abastecer la finca el Limón estuvo basado en las normas técnicas del instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados ente regular (INAA) lo cual toma como referencia los consumos diarios para usos domésticos. El caudal suministrado es suficiente para cubrir las demandas de la población en una proyección a 20 años.

El estudio del caudal de los ojos de agua donde se abastecerá la población arrojó como resultado 0.950 l/s en la temporada de sequía que está entre los meses de diciembre y enero. Esto es suficiente para cubrir la demanda de la población que requiere este servicio ya que el caudal de bombeo calculado es de 0.648 l/s. Por lo cual el caudal de bombeo es menor que el del manantial que abastecerá la pila de captación por tanto es factible el proyecto para satisfacer la demanda de la Finca el Limón.

Se puede apreciar que en los tramos de tuberías que tienen la mayor longitud como es el tramo desde la pila de captación al tanque de almacenamiento Se calculó el diámetro de la tubería utilizando la fórmula del INAA $D = 0.9 * (Q)^{0.45}$ obteniendo un \varnothing 1.29pulg, para la línea de alimentación que vienen de los ojos de agua de 1.5 pug. Esto se decidió con la idea de disminuir en lo posible las pérdidas



por fricción y los costos, ya que el fluido debe viajar dentro de la tubería a una velocidad que se encuentre entre 0.4 a 2 m/s según lo recomendado por las normas del INAA.

De esta manera se puede garantizar el buen funcionamiento del sistema y a su vez ser lo más eficiente posible, es decir, que el sistema pueda cumplir con las demandas de las de la Finca el Limón y consumir la menor energía posible, porque el sistema se pondrá en funcionamiento en una zona rural la cual no cuenta con un buen servicio de electricidad. El diámetro de la tubería que se seleccionó fue de 38.1 mm (1.5 pulgadas) en los tramos más largos por que con éste diámetro el caudal requerido de 0.648 l/s viaja a una velocidad dentro de la tubería de 0.571 m/s la cual se encuentra dentro del rango establecido y no genera tantas pérdidas.

Los resultados de los cálculos que se realizaron para conseguir el valor de la potencia que debe tener la bomba para poder cumplir con los requerimientos del sistema es de 560 W (3/4 HP) a una carga dinámica total de 53.03m para manejar un caudal de 0.648 l/s y poder llevar el agua desde la pila de captación hasta el tanque de almacenamiento.

La presión que debe soportar la tubería es de 77.4 mca, la seleccionada es de 1 ½ pvc que soporta una presión de 160 PSI. Por lo cual está dentro del rango y no habrá sobrepresión.

La bomba que se seleccionó para el sistema fue en base a las exigencias de la demanda de agua y la altura de la bomba. Para el sistema de la Finca el Limón se escogió una bomba marca STA RITE, modelo HP7E 1 fase 115V/230V multietapa, que suministrando un caudal de 0.648 l/s genera una altura de carga de 53m trabajando una potencia igual a 560 W (3/4 HP) con una eficiencia del 60%.

Se seleccionaron 6 paneles de 255 Wp Marca CANADIAN, estos se seleccionaron de acuerdo a los datos de irradiación solar en la zona de la Finca el Limón obteniendo la irradiación solar más baja en el mes de julio con 3.84KWh/m².



Estos paneles trabajan a 24 voltios, por lo tanto calculando la potencia de la batería obtenemos 8 baterías de 110 Ah suficiente para el arranque de la bomba y almacene energía por 1 día que no haya sol.

Además se seleccionó un control de flujo DH 10A AQUAPRO de boya para que apague y encienda la bomba según el nivel de agua del tanque de almacenamiento, estos son instrumento de medida directa, operan a presión atmosférica o cerrados, son los más simples y lo menos costosos.

Por último se creó un plan de mantenimiento preventivo indicando la frecuencia al cual se le hará el mantenimiento, esto se va aplicar tanto al sistema fotovoltaico como a la bomba, motor, etc. Por medio de este mantenimiento aplicándolo en tiempo establecido se alargará la vida útil a los equipos y serán más eficiente a la hora que estén operando.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



4.1. Conclusiones

Se diseñó un sistema de bombeo de agua con la utilización energía solar fotovoltaica y con registro de datos de caudal instantáneos, para la Finca el Limón del Municipio de Mulle de los Bueyes.

En el diseño del proyecto se pudo obtener una eficiencia eléctrica promedio de la bomba del 60% con un caudal de 0.648 l/s a una potencia de ¼ hp, altura de bombeo de 53m con diámetro de la tubería de 1 ¼ pulg. Lo que demuestra que se puede conseguir un buen funcionamiento a la hora de operación en el sistema.

Este proyecto tendrá una duración de 20 años de funcionamiento aproximadamente para el 2034, con una población para ese mismo año de 117 personas que estará abasteciendo todas las necesidades de la demanda de agua. Aplicando un mantenimiento adecuado a todo el sistema tendrá una mayor duración.

Los paneles solares fueron seleccionados según el consumo de energía del sistema, en este caso la bomba con 560 watt de potencia, así mismo la cantidad de batería necesaria con 8, y 6 paneles que va generar 24 voltios y 110AH en el caso de las baterías.

El equipo tiene un consto total para la instalación de **C\$ 286,064.86**, esto representa una alta inversión.



4.2. Recomendaciones

Realizar una campaña de concientización en zonas rurales sobre el consumo de agua en las zonas aledañas de la finca el Limón y la importancia de la energía renovable para que la sepan aprovechar sin contaminar el medio ambiente.

Revisar constantemente el estado de las tuberías y accesorios.

Aplicar adecuadamente y con personas capacitadas el mantenimiento de la bomba u alguna falla que se genere, igualmente con todo el sistema.

Poner cercos alrededor de la pila de captación, donde va estar ubicada la bomba, los paneles y la caseta de control para evitar algún percance.

Se recomienda realizar un proyecto de bombeo fotovoltaico aplicado en una localidad rural o en una localidad urbana, para determinar de manera clara cuál es el ahorro que se logra alcanzar al no utilizar energía eléctrica convencional.



CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA



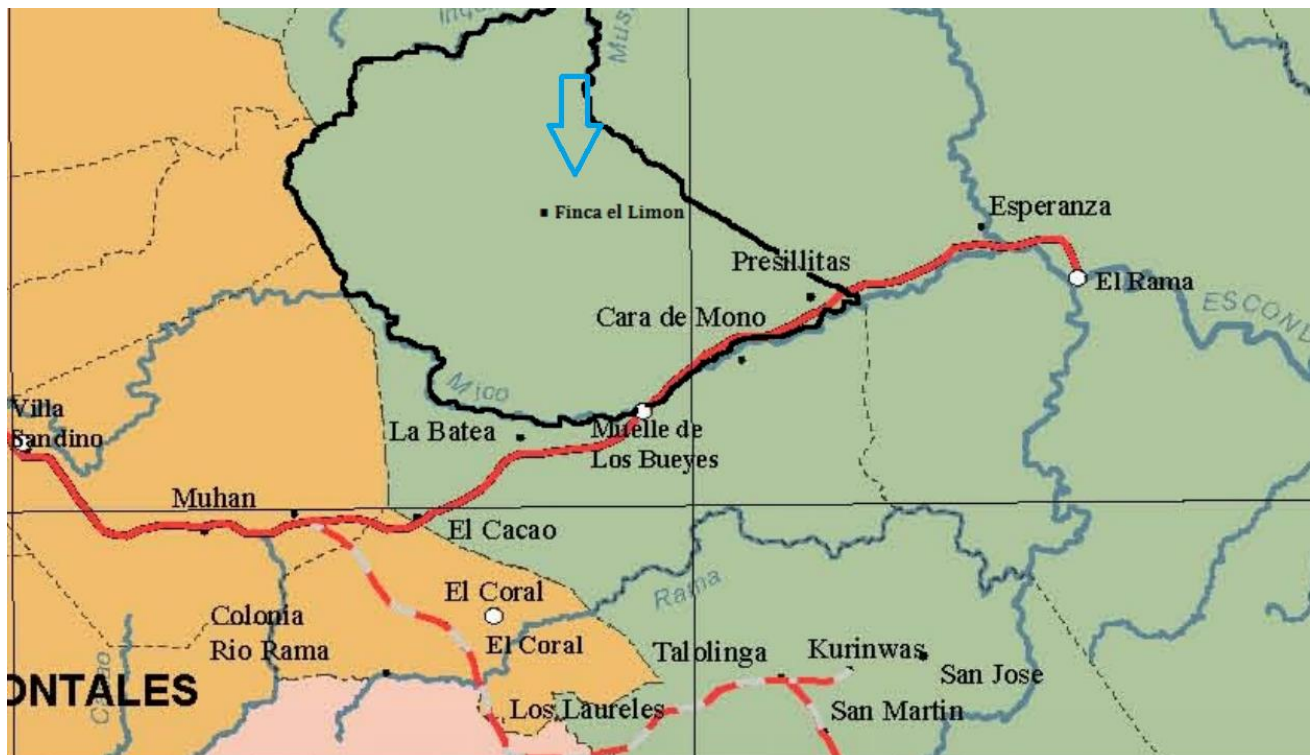
5.1. Bibliografía

- AQUATEC. (s.f.). *El poder del agua. catalogo industrial Rotoplas*. (s.f.).
- Crane. (1990). *Flujo de Fluidos, en valvulas, accesorios y tuberia*. MEXICO.
- Electricidad gratuita con paneles solares*. (s.f.). Obtenido de http://www.electricidad-gratuita.com/Proyecto_Diseno_SistemaFotovoltaico.pdf
- FORCE. (2002). *Manual sobre energia renovable . Guia para el desarrollo de proyectos de bombeos de agua con energia fotovoltaica* . (2011). mexico.
- Guia para la seleccion de euquipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para medio rural*. (Lima 2007).
- INAA. (1970). *Normas tecnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el meedio rural*. Managua.
- Karassik, I. J. (1986). *bombas centrifugas*. MEXICO: CECSA.
- Mataix. (1975). *Turbomàquinas Hidràulicas*. Madrid: ICAI.
- Mc Naughton, K. J. (1990). *Bombas, seleccion, uso y mantenimiento*. MEXICO.
- Mott, R. (2006). *Mecanica de fluidos*. MEXICO: Editorial Pearson.
- RETscreen. (s.f.). *PLUS*. CANADA.
- TECNOSOL. (s.f.).
- UNAM. (2012). *Centro de invertigacion de energia*.
- Zubicaray, M. (1981). *Bombas, teoria, diseño y aplicaciones* (2 ed.). MÈXICO.

CAPITULO VI

ANEXOS

Anexo A. Ubicación del proyecto



Anexo B. visita preliminar al campo donde se instalará el sistema



Fuente del manantial de la captación del agua



Mejor vista de la fuente de capitación



GPS donde se tomaron las elevaciones

Anexo C. Cotizaciones

1 FERRETERIA JENNY CENTRAL

TODO EN FERRETERIA

RUC J0310000002550

MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROFORMA

0000741074

Fecha : 05/03/2015

Cliente : 00000 - FINCA EL LIMON

No. Ruc :

Dirección :

Observ :

Vendedor : JOSE LUIS MORALES

Teléfono : _____

Atendido por : _____

Código	Descripción	UdeM	Cantidad	Precio	SubTotal
012060017	PEGAMENTO PVC GRIS 1 GL	Gln	1.00	862.7538	862.75
014060174	TEFLON PROFESIONAL 3/4" 19MMX0.20MMX10MTS	C/u	1.00	26.9837	26.98
014180063	VALVULA D/PIE C/CANAST A.INOX 11/2" DICA 4045R.38	C/u	1.00	443.4859	443.49
014180091	VALVULA CHECK HORIZ/ VERTICAL 1 1/2" 200PSI 4045N.38 DICA	C/u	1.00	340.6906	340.69
014180169	VALVULA DE BOLA 1 1/2" 300PSI 3550C.38 DICA	C/u	1.00	461.6635	461.66
014180169	VALVULA DE BOLA 1 1/2" 300PSI 3550C.38 DICA	C/u	1.00	461.6635	461.66
014180240	VALVULA GAVETA 1/2" 150PSI 693.13 DICA	C/u	1.00	104.1147	104.11
014180244	VALVULA GAVETA 2" 150PSI 693.51 DICA	C/u	1.00	546.3018	546.30
014200005	ADAPTADOR HEMBRA PVC 1 1/2"	C/u	1.00	11.3899	11.39
014200024	ADAPTADOR MACHO PVC 1 1/2"	C/u	1.00	9.9684	9.97
014200052	CODO LISO PVC 1" 90° S40 AP	C/u	1.00	7.8736	7.87
014200054	CODO LISO PVC 1 1/2" 90° S40 AP	C/u	1.00	14.2419	14.24
014200055	CODO LISO PVC 2" 90° S40 AP	C/u	1.00	24.2871	24.29
014200057	CODO LISO PVC 3" 90° S40 AP	C/u	1.00	82.7652	82.77
014200479	UNION LISA PVC 1 1/2" S40 AP	C/u	1.00	8.5216	8.52
014200494	UNION DE COMPRESION PVC 1 1/2"	C/u	1.00	152.3014	152.30
016070169	LIJA DE AGUA GRANO 360 T417 NORTON	C/u	1.00	7.1157	7.12
021300033	TANQUE TRITANK P/ALMACENAR AGUA AZUL 5,000 LTS	C/u	1.00	20,893.5625	20,893.56
021310001	TUBO PVC SDR 13.5 (320 PSI) 1/2" X 6 MTS	C/u	1.00	56.8974	56.90
021310006	TUBO PVC SDR 26 (160 PSI) 1" X 6 MTS	C/u	1.00	97.9252	97.93
021310021	TUBO PVC SDR 41 (100 PSI) 1 1/2" X 6 MTS	C/u	1.00	149.1564	149.16
021310030	TUBO PVC SDR 41 (100 PSI) 2" X 6 MTS	C/u	1.00	177.0514	177.05
021310043	TUBO PVC SDR 41 (100 PSI) 3" X 6 MTS	C/u	1.00	408.4108	408.41

ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE: "FERRETERIA JENNY S.A"

SUBTOTAL C\$: 25,349.13

NOTA : SOMOS EXENTOS DEL 1% y 2%

ENTRADA DEL HOSPITAL DEL NIÑO LA MASCOTA 75 VRS. ARRIBA

IMPUESTO C\$: 3,802.37

TEL. 2490783 / 2490789 - 2530822 - 2482880 - 2400548 - 2530817 FAX # 2531503

TOTAL NETO C\$: 29,151.50

ESTOS PRECIOS PUEDEN VARIAR EN CUALQUIER MOMENTO SIN PREVIO AVISO

- P-

Página 1 de 2

No. Cotización:

39692 Parte: A

Nicaragua, 02-03-2015

Señores: () FINCA EL LIMON.

Atención a: MAURICIO ZUNIGA

Dirección: MUELLE DE LOS BUEYES

Teléfono: 84560944

Fax: .

Cotización: BOMBA CENTRIFUGA MARCA STA RITE, DE 0.75 HP 115/230 V 1 FASE CAPACIDAD DE 12 GPM

Cant. Artículo Rubro "A": Equipo y Artículos

1 1 162049 HP7E BOMBA MULTIETAPA STA-RITE 0.75HP 1 FASE

27,563.25

Subtotal Rubro "A" C\$ 27,563.25

Descuento 2,756.33

Total Rubro "A" C\$ 24,806.92

SUBTOTAL C\$ 24,806.93

IGV C\$ 3,721.04

TOTAL C\$ 28,527.97

TOTAL EN DOLARES \$ 1,063.84



- P-

Página 1 de 2

No. Cotización:

39948 Parte: A

Nicaragua, 12-03-2015

Señores: () finca el limon

Atención a: el mismo

Dirección: managua

Teléfono: Fax:

Cotización: boya electrica aqua-pro

Cant. Artículo Rubro "A": Equipo y Artículos

1 231872 2359-3 CONTROL DE FLOTE DH 10A AQUAPRO

648.37

Subtotal Rubro "A" C\$

648.37

Rubro "B": Otros Equipos, Accesorios y Mano de Obra

entrega inmediata salvo a venta previa

Subtotal Rubro "B" C\$ 0.00

SUBTOTAL C\$ 648.37

IGV C\$ 97.26

TOTAL C\$ 745.63

TOTAL EN DOLARES \$ 27.77





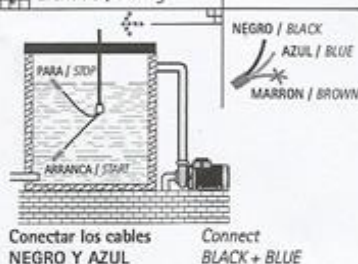
El control de nivel hermético VIYILANT, se utiliza para el control automático de bombas, motores, válvulas electromecánicas, alarmas, etc., en el llenado y vaciado de tanques. Por sus características de diseño y construcción puede ser utilizado en líquidos no corrosivos, ácidos diluidos, detergentes y aguas servidas.

VIYILANT level regulator is a float switch which controls the automatic start and stop of pumps, solenoid valves, motors, alarms when the preset level is reached. The change over contact can be used for filling or emptying function.

VENTAJAS PRINCIPALES

- DOBLE SELLADO POR ELECTROFUSION (Unico en Argentina) / DOUBLE SEALED BY ULTRASONIC PLASTIC WELDING PROCESS
- Reinyectado a presión / Pressure reinjected
- Microswitch 15 A.
- Cable especial de goma termoplástica 3x1 mm. extraflexible / Special cable made in thermoplastic rubber 3x1 mm.
- Apto para controlar tanque elevado y tanque cisterna / For filling and emptying function
- No contiene mercurio / No mercury
- Sin mantenimiento / Heavy Duty

Llenado / Filling



Vaciado / Emptying



CARACTERISTICAS TECNICAS TECHNICAL DATA

Cargas eléctricas / Contact Rating	110-250 V / 15 A 50/60 Hz
Temperatura de operación / Temperature	0° / 60° C
Ciclos de funcionamiento / Max cycles	100.000 ciclos / cycles
Angulo de corte / Switching angle	+/- 45°
Normas / Norms	IEC 60730-2-16
Marcación / Marking	CE
Grado de protección / Pollution index	IP 68
Dimensiones / Dimensions	105 x 78 x 41 mm.
Peso Neto / net Weight	265 gr.
Presión máxima de trabajo / Max depth level	1 BAR
Material de construcción / Housing	PP polipropileno atóxico
Funcionamiento / Function class	II

CABLE CABLE

Composición / Lead	PVC / Goma termoplástica Thermoplastic Rubber / PVC
Medida del cable / Wire cross lengths	3 x 1 mm ² .
Largos de cable standard / Std cable lengths	1.5 / 2 / 3 / 5 / 10 mts. (other lengths on request)

ACCESORIOS ACCESSORIES

Contrapeso / Counterweight	150 gr. / 250 gr. / 400 gr.
----------------------------	-----------------------------

OPCIONALES OPTIONALS

Colores personalizados / Customized colours	
Inscripción de logo de su empresa / Customized logos	
Microswitch de 5 A, 20 A ó 25 A / 5 A, 20 A or 25 A Microswitch	
H07RN Neoprene cable (upon request)	



Gualeguaychú 866 (1407) Capital Federal
Tel./Fax: 0054-11 4674-3998/1854/1116
e-mail: info@viyilant.com.ar

Distribuidor / Distributor:

www.viyilant.com.ar



30 años



Control de Nivel Hermético

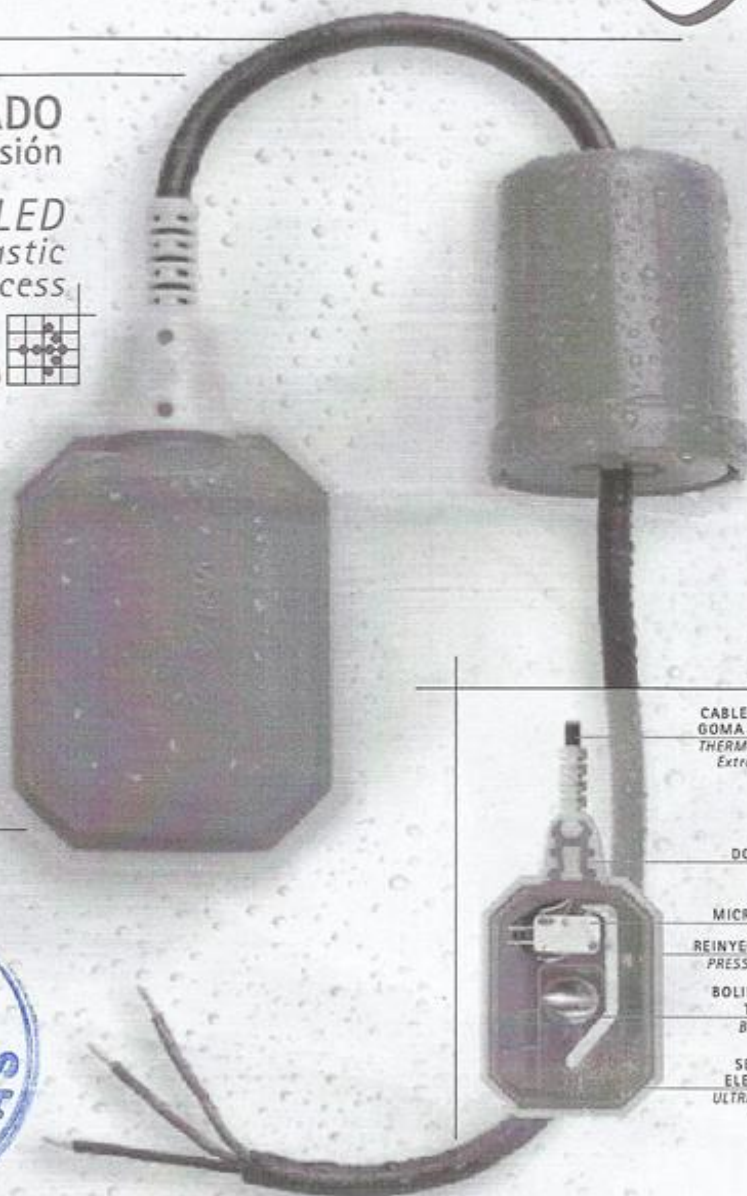
FLOAT SWITCH



DOBLE SELLADO
por electrofusión

DOUBLE SEALED
by ultrasonic plastic
welding process

IP 68



CABLE Extraflexible de
GOMA TERMOPLÁSTICA
THERMOPLASTIC RUBBER
Extraflexible CABLE

DOBLE O'RING

MICROSWITCH 15 A
REINYECTADO a PRESIÓN
PRESSURE REINJECTED

BOLILLA de BRONCE
TORNEADA
BRONZE BALL

SELLADO POR
ELECTROFUSIÓN
ULTRASONIC PLASTIC
WELDING



Una Empresa del Grupo:





**Iluminando tu Vida
con La Energía
del Futuro**

RUC: 0000070108-9529

Calle Principal Altamira, frente a
sucursal del BDF • Tel.: 2270-5666 • Cel.: 8937-7113
E-mail: erasolar@cable.net.com.ni
www.erasolar.com.ni
Managua, Nicaragua

Nº 2667

PROFORMA

Sr. Finca El Limón , FECHA: 09 DE: Marzo DEL 15
Dirección: Muelle de los buques RANS Tel.: _____

CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	0701 0018	Inversor Cargador trace Sp 2024 -2000w 124V SENO PURO	1,120	1,120=
Nota: Favor Emitir Ck. a Nombre de ERA SOLAR			SUB-TOTAL	1120=
			I.V.A.	168=
			TOTAL US\$	1288
			EQUIVALENTE CS	

*Gracias por preferirnos..
No aceptamos devoluciones*

RECIBI CONFORME
CLIENTE

ENTREGUE CONFORME

TECNOSOL

PUESTO DE VENTA CASA MATRIZ

RUC No: J0310000012806

Dirección: Rotonda Bello Horizonte 420mts al este Managua

Teléfonos: PBX. 505-22515152 Fax.: (505) 22499871

E-mail: tecnosol@ibw.com.ni Website: http://www.tecnosolsa.com.ni

Oferta de ventas

No. 3072

Fecha:

02/Octubre/2014 16:15

Cliente: CN-99901 DONALD PEREZ

Contacto:

Validez de la oferta: 10 DIAS

Condición de pago: Contado

E-mail:

Dirección:

Teléfono:

Plazo de entrega:

Vendedor: Marcos Dauria

Fax:

Id Producto	Descripción	Unid	Cantidad	Precio Unitario	Descuento	Sub-Total	Impuesto	Total Final
02-01-0030	BATERIA SELLADA MASTER SOLAR RT12 12V-110AH	UNIDAD	4	190.00	0.00	760.00	114.00	874.00

Observaciones:

Sub-Total: U\$ 760.00

Descuento 1: U\$ 0.00

Descuento 2: U\$ 0.00

Total Impuesto: U\$ 114.00

Otros Gastos: U\$ 0.00

Total General: U\$ 874.00

TACAM: 26.8000

Equivalente: C\$ 23,423.20

Valor en letras:

Veintitrés mil cuatrocientos veintitrés Córdobas con Veinte Centavos

Nota:

Pasado del tiempo de su validez de la oferta de venta, deberá consultar con su vendedor los posibles cambios en los precios y equipos en existencia.

C\$ 0.00

Los precios de esta oferta de ventas están expresados en dólares americanos. Si el pago se realiza en moneda local (Córdobas) pagarse en base al tipo de cambio paralelo del Banco LAFISE BANCENTRO, del día en que se recibe el pago.

Elaborar cheque Certificado a nombre de TECNOSOLUCION, S.A.

Estamos Exentos de retención del IR.

Cotizado por:

Firma y sello

Aceptado por:

Firma y sello

Fecha: 02/Octubre/2014 16:16

Autor: Marcos Dauria

Impreso por SAP Business One

Página: 1 / 1

EDISON ELECTRIC, S.A.

Materiales Eléctricos de baja y media tensión

Dirección: Km. 5 1/2 Carretera Norte, Puente a desnivel Portezuelo, 200 mts. al norte.
Contiguo a FOGEL. PBX: 2244-1875 FAX: 2244-2941

COTIZACION



No.: 141331

Fecha: 05/03/2015

Pág.: 1

Tasa Cambio: 26.8269

Teléfono: 1245111

Señor(es) :
FINCA EL LIMON
Atención a:

Código : 1

Cotización en Córdobas C\$

Estimado(s) Señor(es):

Por medio de la presente y de la manera más atenta le estamos saludando, al mismo tiempo sometemos a su amable consideración nuestra oferta por el suministro del siguiente material eléctrico.

Codigo	Cod. Arancel	Cant	Descripción	Medida	Precio Unit.	Total Línea
7502067060		1	MMS-32S GUARDAMOTOR PUSH BOTON 9-13A	C/U	1,181.15	1,181.15
7502060130		1	MT-32 RELE BIMETALICO 3P 12 - 18 A METASOL	C/U	857.20	857.20
7502041012		1	MC-12 CONTACTOR INDUSTRIAL 3P LG B0240V METASOL	C/U	671.03	671.03
0800423730		1	SELECTOR PERILLA CORTA 2 POSICIONES 1NA LG23730	C/U	389.47	389.47
7504015050		1	90.11.03 TABLERO METALICO 300X200X200 CE-3020-2	C/U	2,142.45	2,142.45
0800437404		1	RIEL DIN SIMETRICO 7.5MM X 2M LG37404	C/U	617.93	617.93
1002034211		1	REGLETA P/CABLE 4MM LG34211	C/U	47.39	47.39
0700450703		215	CORDON TSJ 3 x 14 AWG	MTS	32.00	6,880.00
0700170901		1	CONDUCTOR CABLEADO THHN 10 AWG NEGRO	MTS	17.63	17.63
5001090802		1	2PL1MIL220V LUZ PILOTO ROJA LED INTEGRADO 220V	C/U	322.93	322.93
0700250601		2	CONDUCTOR ELECTRICO TFF NEGRO #16	MTS	5.70	11.40
0700450803		5	CORDON TSJ 3 x 12 AWG	MTS	49.00	245.00

Sub Total C\$: 13,383.58

Descuento C\$: 0.00

Total IVA 15% C\$: 2,007.54

Total C\$: 15,391.12

RUC: J0320000095111

Equivalente en Dólares \$: 573.72

Observaciones:

SE NOS RETIENE EL 2% DE IR. SOMOS EXENTOS DE IMI (ALCALDIA DE MANAGUA).

NOTA: SUMINISTRO SUJETO A INVENTARIO AL MOMENTO DE LA COMPRA Y CAMBIOS DE PRECIO SIN PREVIO AVISO.

En espera que la presente sea del agrado de ustedes, y con el afán de poder servirles, nos suscribimos.

Atentamente,



HAROLD MAYORGA
Asesor de Mercadeo y Ventas

Gracias por su compra!!!



SILVA INTERNACIONAL S.A

Cotizacion

TEL.22787777 - Email: ferreteria@sinsa.com.ni - Fax: 22787777 Ext219
Direccion :MANAGUA, NIC. - ALTAMIRA D ESTE #459
DGI:AFC-DGC-SCC-027-12-2009 RUC:J0310000001812

Documento : 474570 Tienda: 01.TIENDA 1 Fecha : 2015-03-09
Vendedor : 1213 Nombre : ALFREDO ANTONIO ARAUZ REYES
Cliente : FINCA EL LIMON Telefono : 000 O/C :
Direccion:
Moneda : C\$ Cotizacion De: CONTADO Carnet : Dias de Validez : 01

LIN	CODIGO	No. PARTE	ARTICULO	U/M	CANT.	PREC. UNIT	TOTAL
001	0215029000	THHN 6 NEGRO	ALAMB.CAB.THHN 6 UL NEGRO 75AMP 600V 90°C	MTS	2.00	44.55	89.10
002	0215029000	THHN 6 NEGRO	ALAMB.CAB.THHN 6 UL NEGRO 75AMP 600V 90°C	MTS	2.00	44.55	89.10
003	0215039000	THHN 2 NEGRO	ALAMB.CAB.THHN 2 UL NEGRO 130AMP 600V 90°C	MTS	2.00	105.30	210.60

Sub-Total C\$: 388.80
Impuesto C\$: 58.31
Total C\$: 447.11
Equiv. en US\$: 16.56
Factor de Cambio : 27.00

Usuario : ventas0101 2015-03-09 10:49:04

Firma del Vendedor: _____

Page 1/1

Nota : No se aceptan cambios una vez aprobada la oferta, que fue hecha con base a datos suministrados. Los precios estan sujetos a cambio sin previo aviso.
SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES, ESTAMOS EXENTOS DE 1% DGI Y 1% ALMA.

SERVICIOS SINSA

**SERVICIOS DE
INSTALACIÓN**

**RENTA DE
EQUIPOS**

**TALLER DE
SERVICIOS**



Ferretería Técnica, S.A.

KM. 5 1/2 CARRETERA NORTELAFANISA 800 MTS. AL NORTE

PROFORMA

RUC # J0310000 - 002975

Orden Comp:

Fecha: 05/03/2015

Proforma: 283090

Page 1 de 1

Cliente: DONAL PEREZ

Cuenta: 999999

Dirección:

CONDICIONES DE COMPRA

Teléfono:

ODIGO	BOD.	CANTIDAD	DESCRIPCION DE LA MERCADERIA	SAC	UM	PRECIO/U.	TOTAL C\$	I.V.	% DESC.
10020	03	280.00	VARILLA CORRUGADA GRADO 40 #3 3/8X6M ARCELORMIT	7214200000	U	81.38	22,786.40		4.00
360010	03	1.00	CEMENTO GRIS	2523290010	COL	230.56	230.56		
100250	04	5.00	ALAMBRE RECOCI 18 4808MTSXQQ	7217101000	BR	14.40	72.00		
10330	03	30.00	VARILLA LISA 1/4X6M ESTANDAR	72143000000	U	30.76	922.80		
10060	03	1.00	TUBO GALVANIZADO 1 1/2X6M	7306301000	U	622.63	622.63		
30070	03	1.00	PERLIN 1/16 (1.50MM)X1 1/2X3X6M	7216319000	U	278.97	278.97		
120349	04	1.00	ZINC CORRUGADO CALIBRE 26X10 METALCO	7210411000	U	293.07	293.07		
120350	04	1.00	ZINC CORRUGADO CALIBRE 26X12 METALCO	7210411000	U	351.68	351.68		
120347	04	1.00	ZINC CORRUGADO CALIBRE 26X6 METALCO	7210411000	U	4,713.46	4,713.46		
100640	06	1.00	MALLA CICLON CAL-13.5 8 -100'	7314199000	COL	4,186.27	4,186.27		
20045	01	1.00	SOLDADURA 1/8"X14" 6011 LINCOLN	8311300000	BR	50.86	50.86		
20040	03	1.00	ANGULAR CANTO VIVO 1/8X1 1/2X6M	7216211000	U	285.34	285.34		

RECIBIDO CLIENTE

TOTALES

Subtotal C\$	34,794.04
Descuento C\$	911.46
Impuestos C\$	5,082.38
TOTAL C\$	38,964.96
Kilos	1,175.52
Libras	2,592.00
Quintales	25.92

OBSERVACIONES

NOTAS

Estamos exentos del 2% de IR y del 1% del IMI.

CANCELAR EN EFECTIVO, CHEQUE CERTIFICADO O TARJETA DE CRÉDITO.

PROFORMA Válida por 8 días.

Este documento no tiene ningún valor. No es una factura de venta ni recibo de pago. Sólo sirve para detallar a usted los precios actuales de la mercadería que nos ha solicitado.

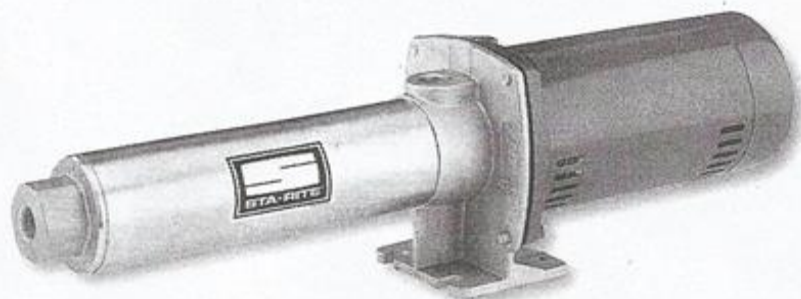
Los precios incluidos en esta PROFORMA podrán variar sin previo aviso. La entrega será según existencia al momento de efectuar la venta.

Número de autorización: ASCC-DGC-SCC-007-07-2008

Hecho por: TELEVENTAS1

Firma: _____

High-Pressure Booster Pumps



The HP/HPS Booster Pumps are the most durable booster pump available. The proven SignaSeal™ floating impeller design minimizes thrust loads allowing for continuous operation without damage to motor bearings, mechanical seal or pump hydraulic components.

APPLICATIONS

- Car wash
- Filtration and reverse osmosis
- Residential, commercial or agricultural pressure washing
- Booster and spray systems
- HVAC
- General purpose pumping

SPECIFICATIONS

Max. Inlet Pressure – 80 PSI

Max. Working Pressure – 315 PSI

Max. Suction Lift – 15 feet

Maximum Limits – Prolonged use with liquids above 140° F is not recommended.

Discharge –

HP Series: cast iron

HPS Series: stainless steel

Motor Adapter and Base –

HP Series: cast iron

HPS Series: stainless steel

Shell – Stainless steel 304 grade

Impeller – Acetal

Diffuser – Polycarbonate

Shaft – Stainless steel 304 grade

O-Rings – Buna-N

Mechanical Seal – Carbon/ceramic, Buna-N

FEATURES

SignaSeal Staging System – The proven SignaSeal staging system utilizes a ceramic wear surface that, when incorporated with Sta-Rite's "true" independent floating impellers, dominates with 1st-in-class performance, superior sand handling and thrust management staging system.

Acetal Impellers – Precision-molded for perfect balance... ultra-smooth for highest performance and efficiency.

Precision Molded Diffusers – Superior performance with high resistance to corrosion and abrasion

Mechanical Shaft Seal – Precision lapped and highly polished carbon-ceramic, stainless steel construction. Internal design guarantees continuous water lubrication.

Motor Windings – Superior insulation materials protect against excessive moisture and contaminants... assure prolonged motor life

Balanced Rotor – Die cast under high pressures for uniform performance and greater efficiency; dynamically balanced

Heavy-duty Ball Bearings – Shielded, permanently lubricated bearings, extensively tested to ensure extended life and smooth, quiet operation.

Pump and Motor Shaft – Stainless steel for maximum corrosion resistance; one-piece threaded shaft for positive impeller drive

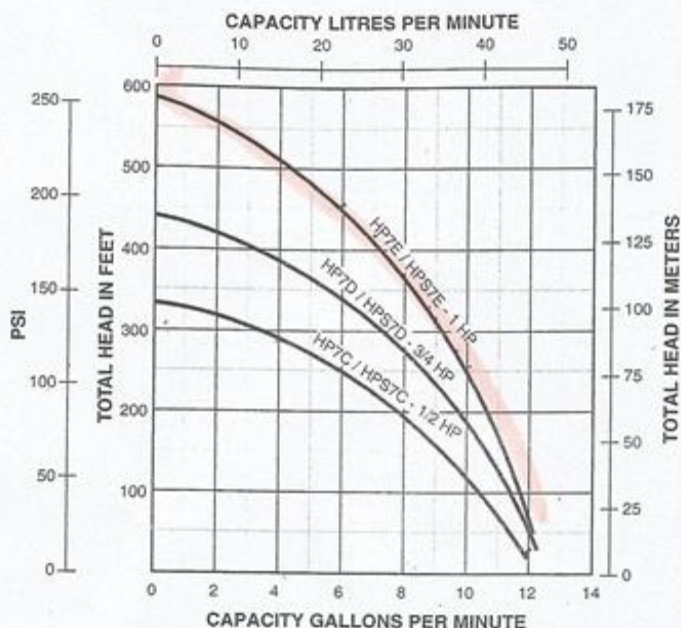
Dustproof Cover – All electrical components are protected from dirt, dust and insects by a dustproof canopy; ventilating air cannot contaminate.

Signature 2000® is a registered trademark of Pentair Water.
SignaSeal™ is a trademark of Pentair Water.

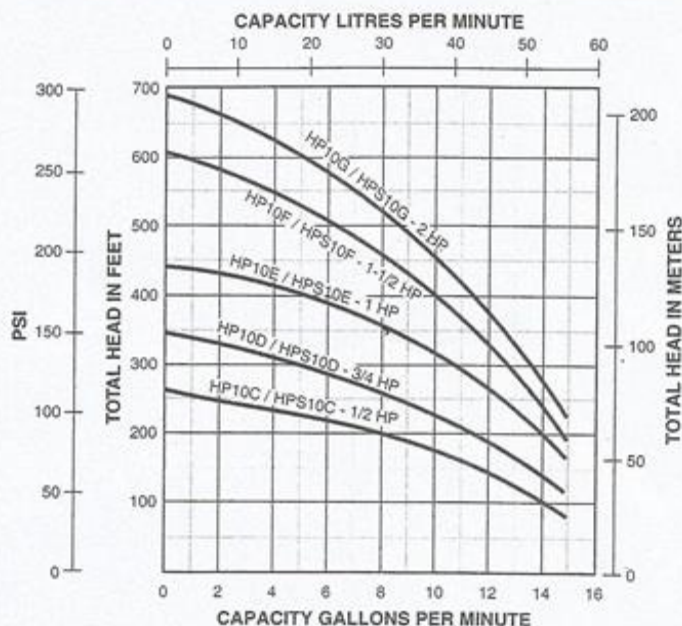
In order to provide the best products possible, specifications are subject to change.

High-Pressure Booster Pumps

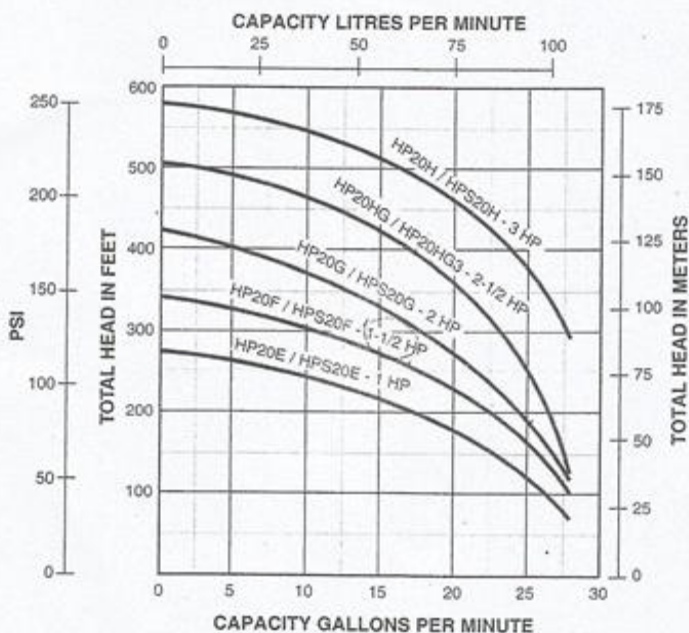
PUMP PERFORMANCE – 7 GPM



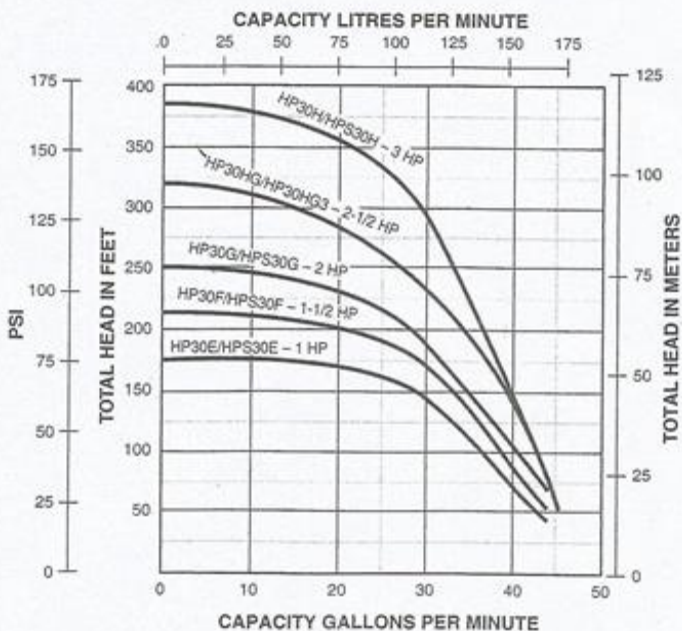
PUMP PERFORMANCE – 10 GPM



PUMP PERFORMANCE – 20 GPM



PUMP PERFORMANCE – 30 GPM



High-Pressure Booster Pumps

ORDERING INFORMATION

Catalog Number		GPM	HP	Phase	Stages	Pipe Tapping Sizes		Motor Voltage	Shipping Wt. (lbs.)
Cast Iron	Stainless Steel					Inlet	Outlet		
HP7C	HPS7C	7	1/2	1	9	3/4"	3/4"	115/230	48
HP7C3	HPS7C3		1/2	3	9	3/4"	3/4"	208-230/460	45
HP7D	HPS7D		3/4	1	12	3/4"	3/4"	115/230	48
HP7D3	HPS7D3		3/4	3	12	3/4"	3/4"	208-230/460	45
HP7E	HPS7E		1	1	16	3/4"	3/4"	115/230	51
HP7E3	HPS7E3		1	3	16	3/4"	3/4"	208-230/460	48
HP10C	HPS10C	10	1/2	1	6	3/4"	3/4"	115/230	45
HP10C3	HPS10C3		1/2	3	6	3/4"	3/4"	208-230/460	42
HP10D	HPS10D		3/4	1	8	3/4"	3/4"	115/230	46
HP10D3	HPS10D3		3/4	3	8	3/4"	3/4"	208-230/460	43
HP10E	HPS10E		1	1	10	3/4"	3/4"	115/230	50
HP10E3	HPS10E3		1	3	10	3/4"	3/4"	208-230/460	47
HP10F	HPS10F		1-1/2	1	14	3/4"	3/4"	115/230*	58
HP10F3	HPS10F3		1-1/2	3	14	3/4"	3/4"	208-230/460	53
HP10G	HPS10G		2	1	16	3/4"	3/4"	115/230*	63
HP10G3	HPS10G3		2	3	16	3/4"	3/4"	208-230/460	59
HP20E	HPS20E	20	1	1	7	1"	1"	115/230	49
HP20E3	HPS20E3		1	3	7	1"	1"	208-230/460	46
HP20F	HPS20F		1-1/2	1	9	1"	1"	115/230*	57
HP20F3	HPS20F3		1-1/2	3	9	1"	1"	208-230/460	52
HP20G	HPS20G		2	1	11	1"	1"	115/230*	62
HP20G3	HPS20G3		2	3	11	1"	1"	208-230/460	58
HP20HG	HPS20HG		2-1/2	1	13	1"	1"	115/230*	58
HP20HG3	HPS20HG3		2-1/2	3	13	1"	1"	208-230/460	54
HP20H	HPS20H		3	1	15	1"	1"	208-230	59
HP20H3	HPS20H3		3	3	15	1"	1"	200-230/460	55
HP30E	HPS30E	30	1	1	5	1-1/4"	1-1/4"	115/230	47
HP30E3	HPS30E3		1	3	5	1-1/4"	1-1/4"	208-230/460	44
HP30F	HPS30F		1-1/2	1	6	1-1/4"	1-1/4"	115/230*	54
HP30F3	HPS30F3		1-1/2	3	6	1-1/4"	1-1/4"	208-230/460	49
HP30G	HPS30G		2	1	7	1-1/4"	1-1/4"	115/230*	57
HP30G3	HPS30G3		2	3	7	1-1/4"	1-1/4"	208-230/460	53
HP30HG	HPS30HG		2-1/2	1	9	1"	1"	115/230*	69
HP30HG3	HPS30HG3		2-1/2	3	9	1"	1"	208-230/460	54
HP30H	HPS30H		3	1	11	1-1/4"	1-1/4"	208-230	59
HP30H3	HPS30H3		3	3	11	1-1/4"	1-1/4"	200-230/460	55

NOTE: ODP motor is standard, for TEFC motors, contact Customer Service.

*HPS models 230V only.

ORDERING INFORMATION

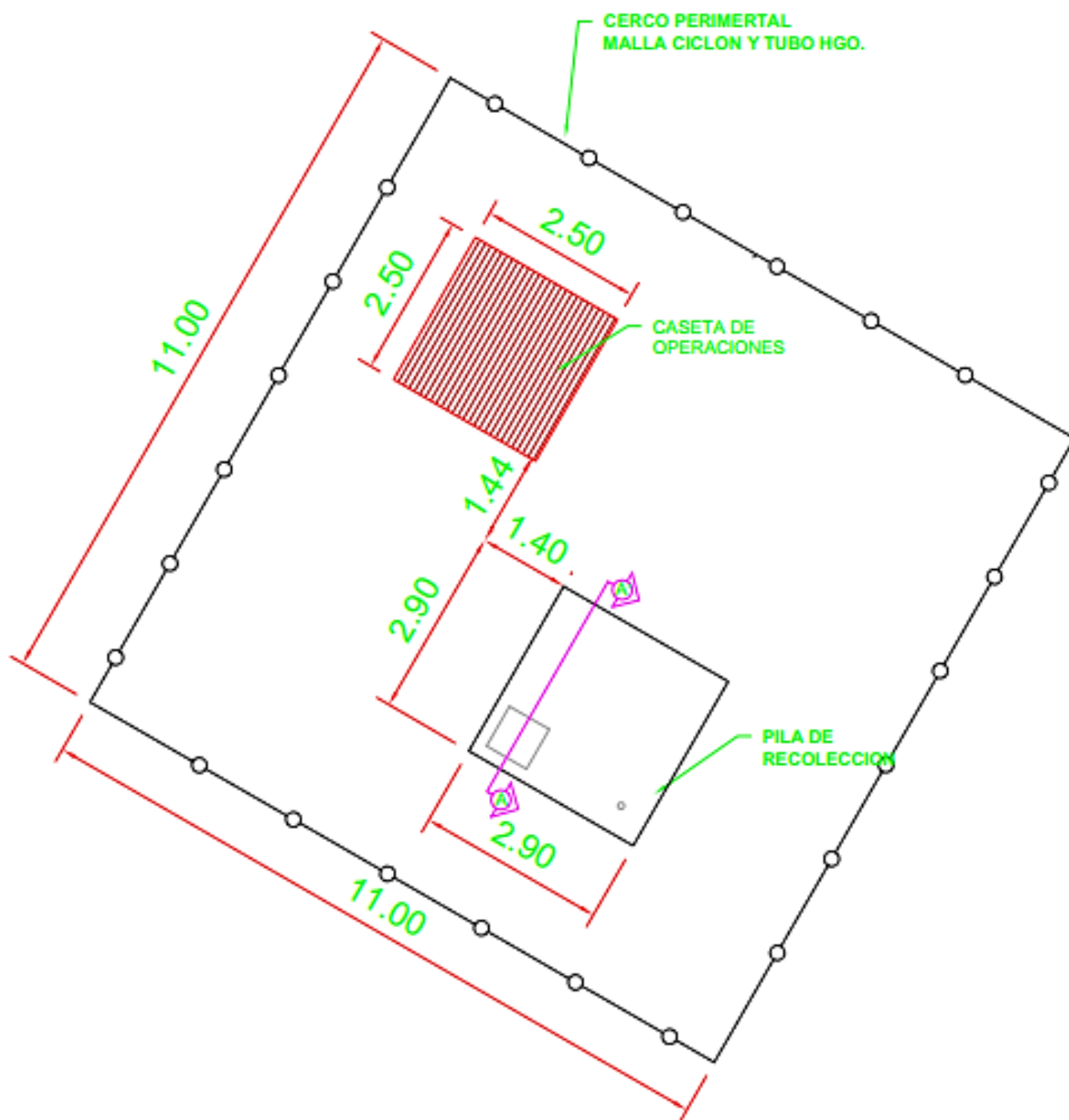
ACCESSORIES

Pkg. No.	Description	Approx. Wt. Lbs.
SUCTION		
83	Suction hose - 3/4" 150 PSI hose, 6 ft. section with two (2) female hose fittings	3
85	Two (2) garden hose/NPT adapters - 3/4" NPT male to 3/4" garden hose male	3
96	Vacuum relief valve - 1/2" NPT	2
150 PSI RATED* DISCHARGE		
84	Discharge hose - 3/4" 150 PSI hose, 25 ft. section with male and female garden hose fittings	10
86	High pressure pistol grip nozzle with three (3) nozzles (No. 56, 50 and 49)	2
315 PSI RATED* DISCHARGE		
162	25' of 1" ID hose with 3/4" male and female hose fittings 315 PSI rating	15
194	High pressure pistol grip nozzle with three (3) nozzles (No. 56, 50 and 49) rated for 500 PSI	2

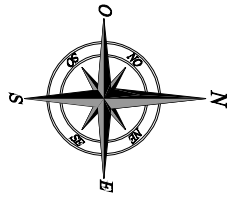
*To select proper discharge accessories for your pump, add incoming pressure to pump output pressure, to determine total discharge pressure.

Example: Incoming pressure 20 PSI + pump output pressure (HP7C at 0 GPM, 300)
 87 PSI = Total 150 PSI at discharge = 150 PSI rated discharge accessories

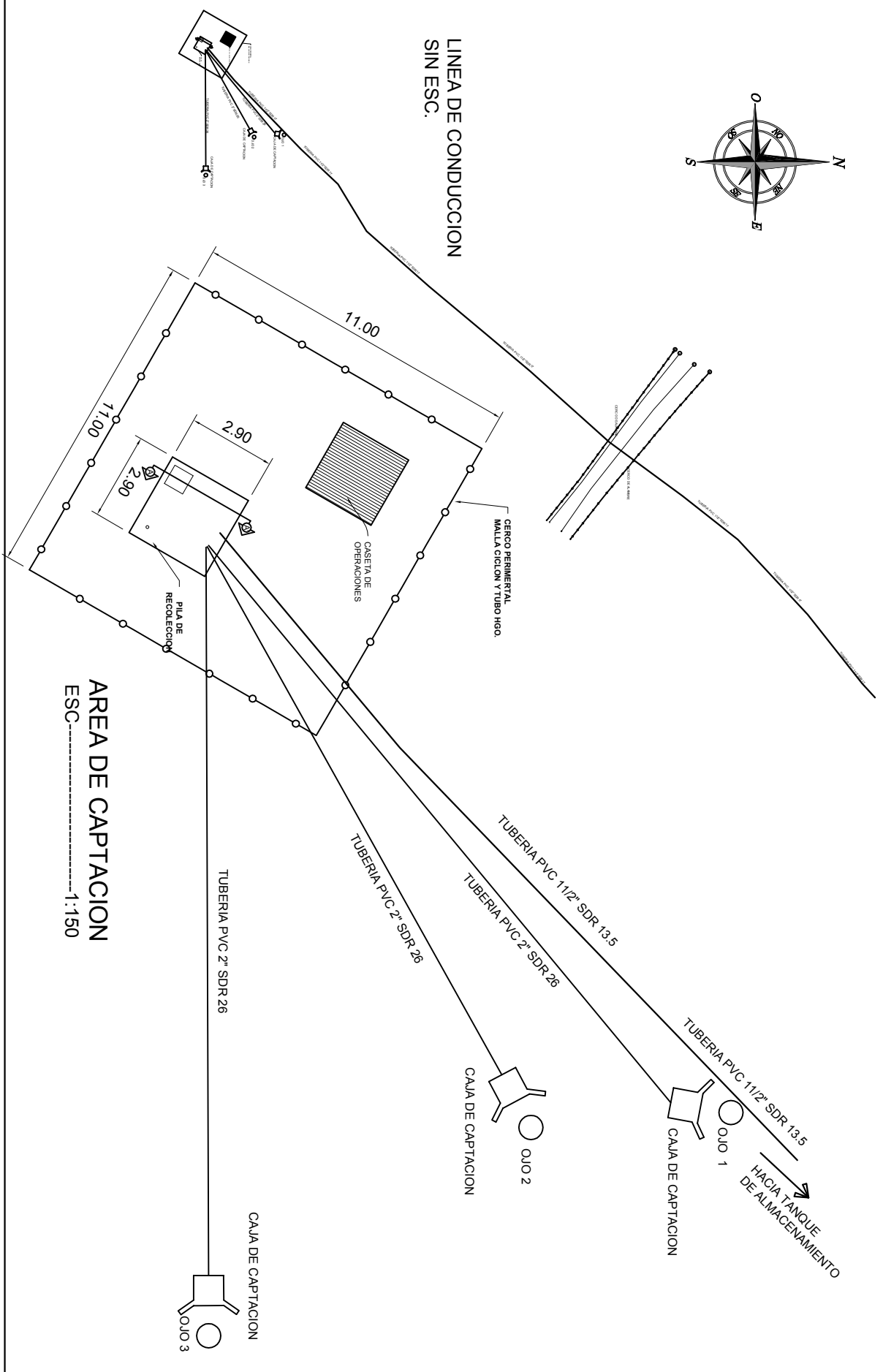
Anexo D: Dimensiones entre la pila de captación y la caseta de control

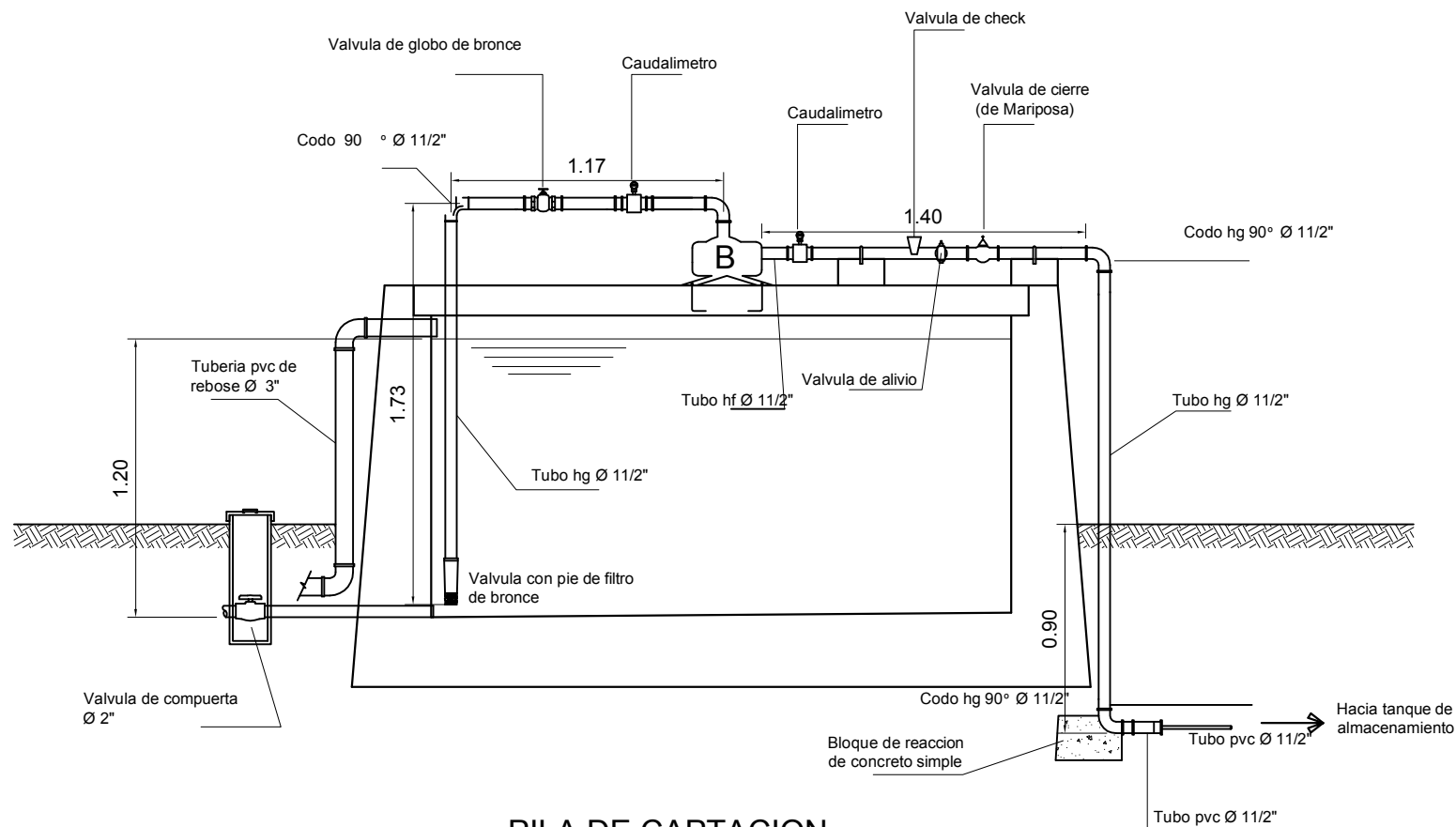


Anexo E. Planos



LINEA DE CONDUCCION
SIN ESC.

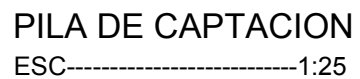


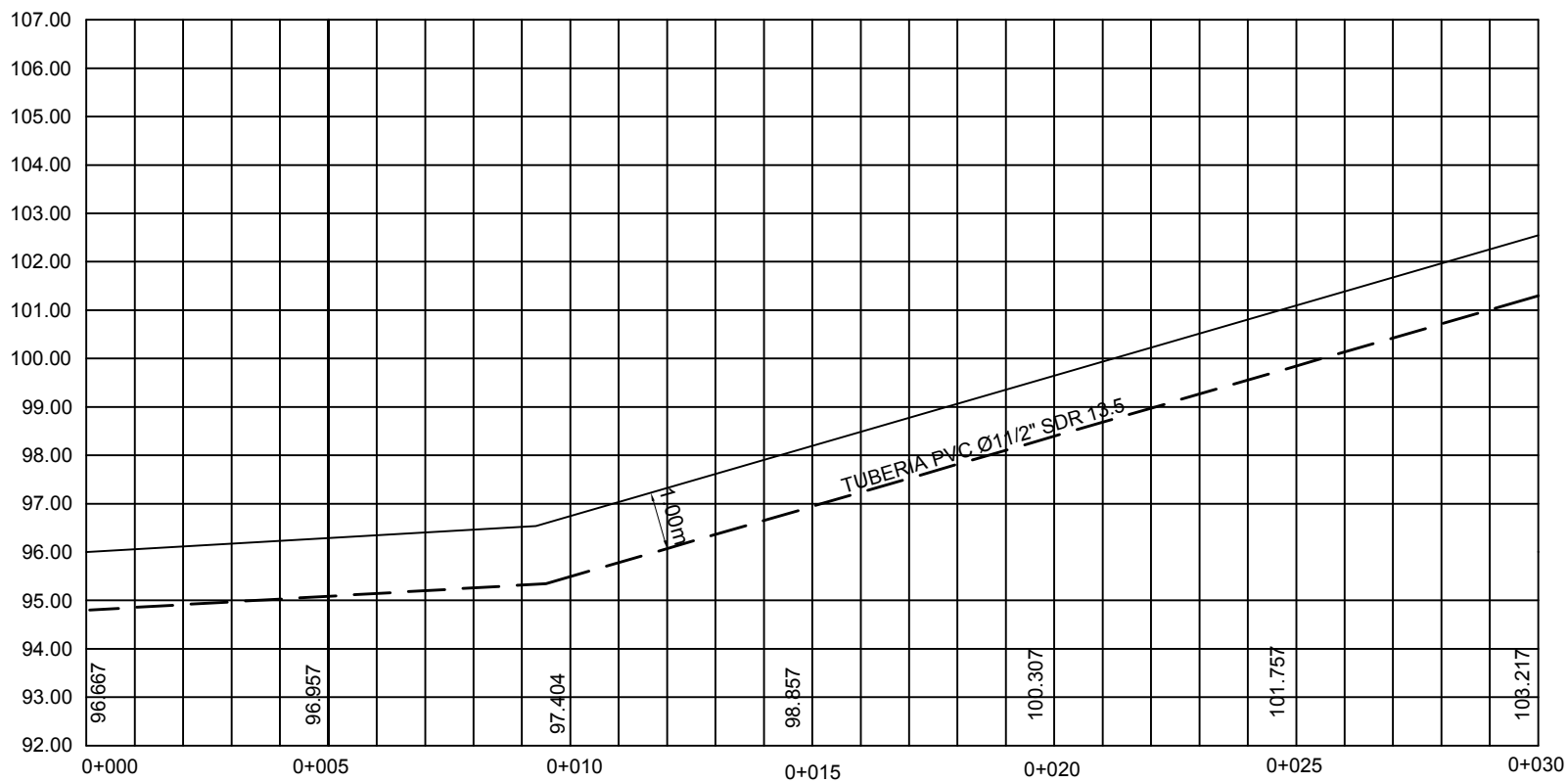


PILA DE CAPTACION
 ESC-----1:25



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA





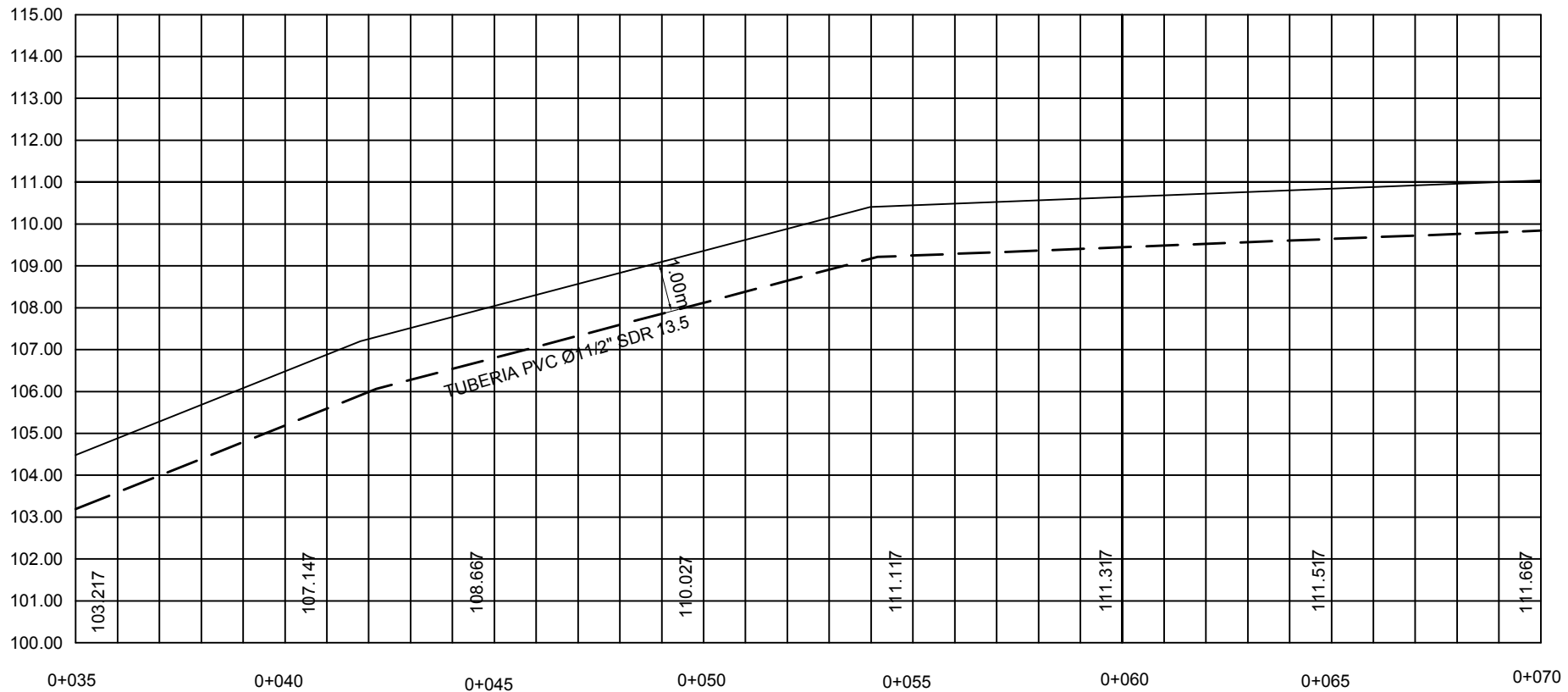
————— TERRENO NATURAL
 - - - - - PROYECCION DE TUBERIA

ESC HORIZONTAL 1:1000
 ESC VERTICAL 1:500

SECCION LOGITUDINAL



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



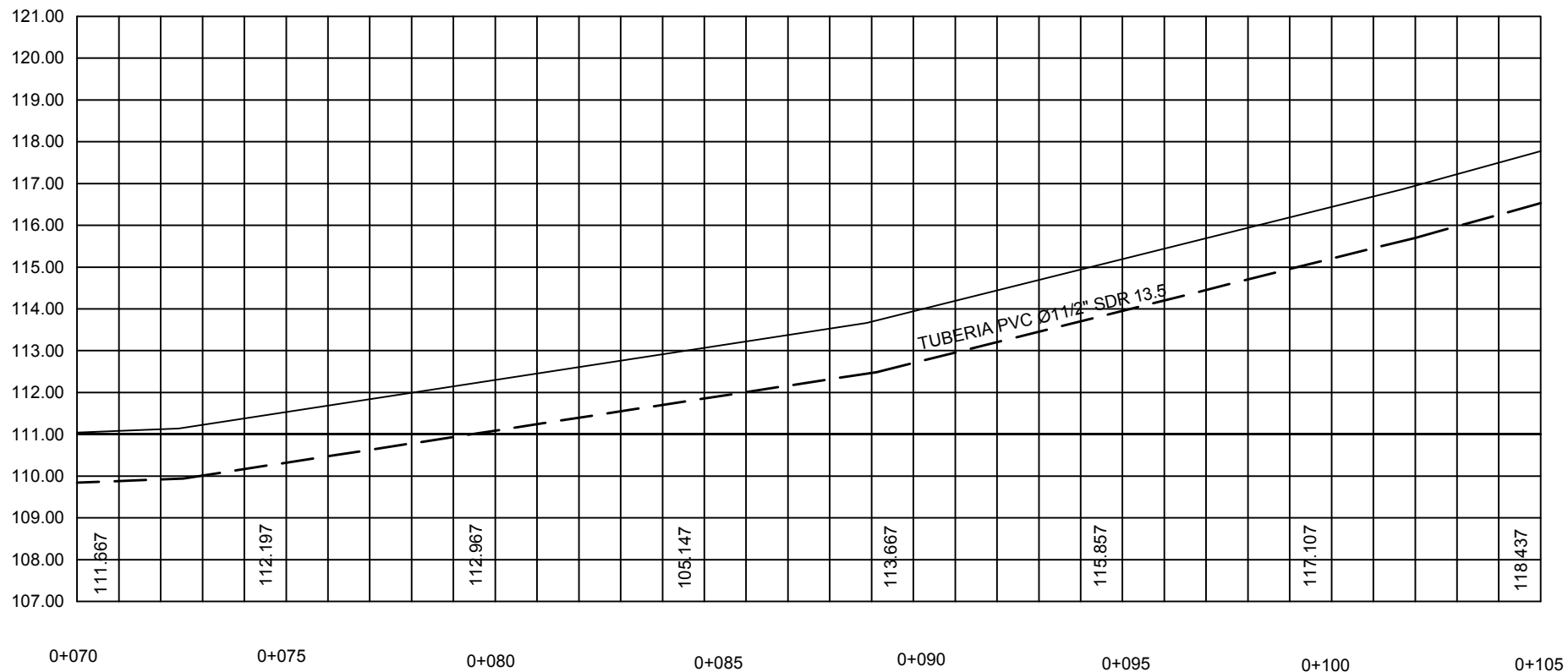
——— TERRENO NATURAL
- - - - - PROYECCION DE TUBERIA

ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500

SECCION LOGITUDINAL



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



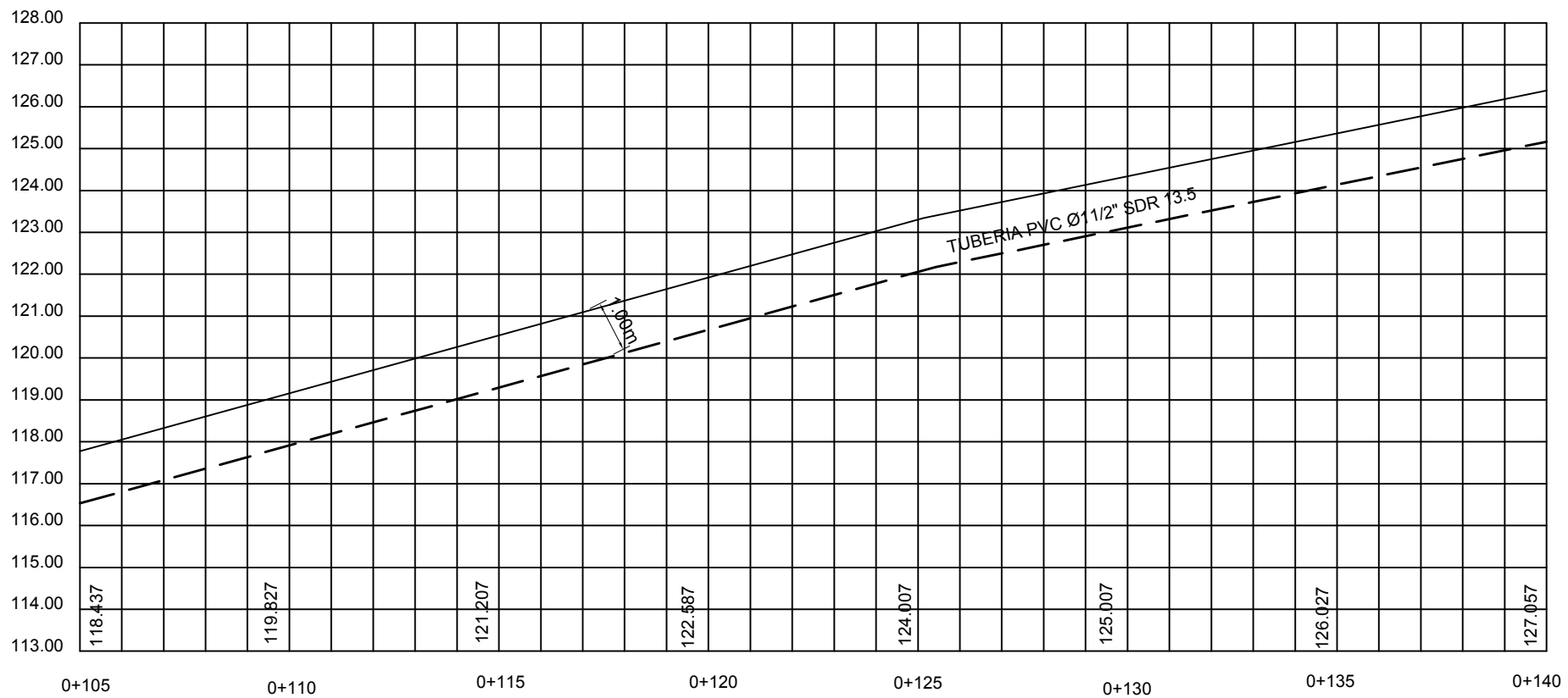
————— TERRENO NATURAL
 - - - - - PROYECCION DE TUBERIA

ESC HORIZONTAL 1:1000
 ESC VERTICAL 1:500

SECCION LOGITUDINAL



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



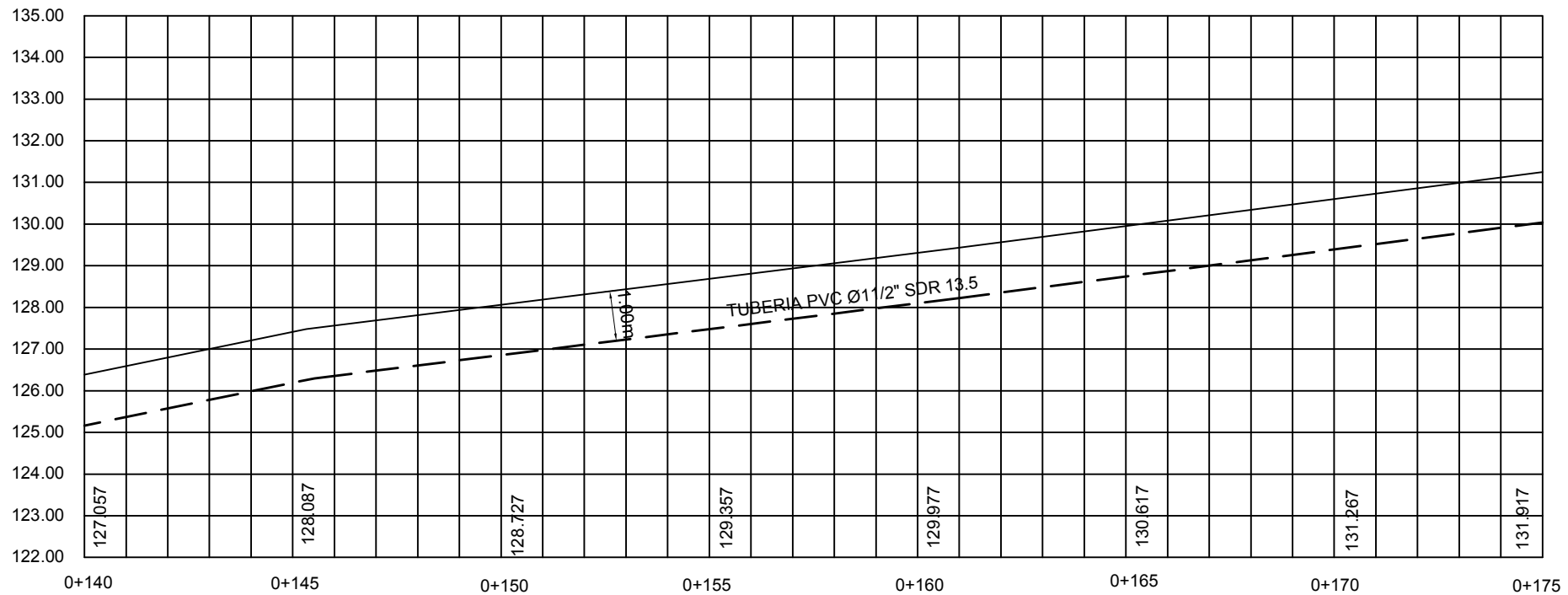
————— TERRENO NATURAL
 - - - - - PROYECCION DE TUBERIA

ESC HORIZONTAL 1:1000
 ESC VERTICAL 1:500

SECCION LOGITUDINAL



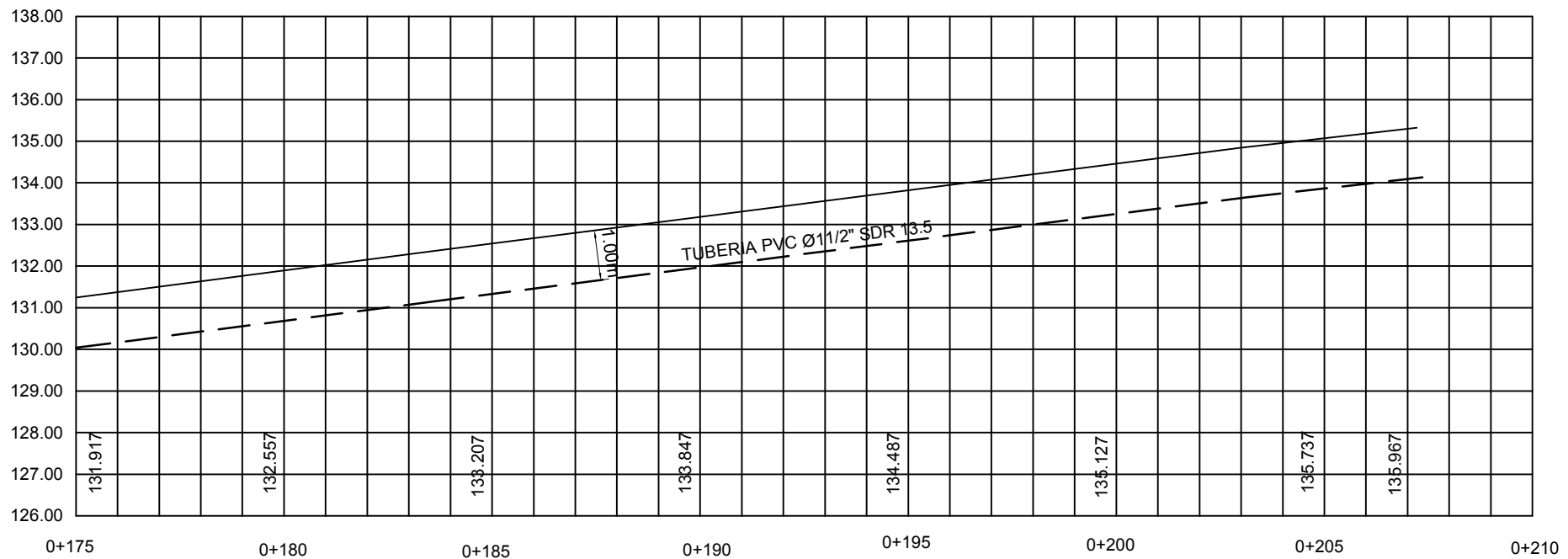
LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



SECCION LOGITUDINAL



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



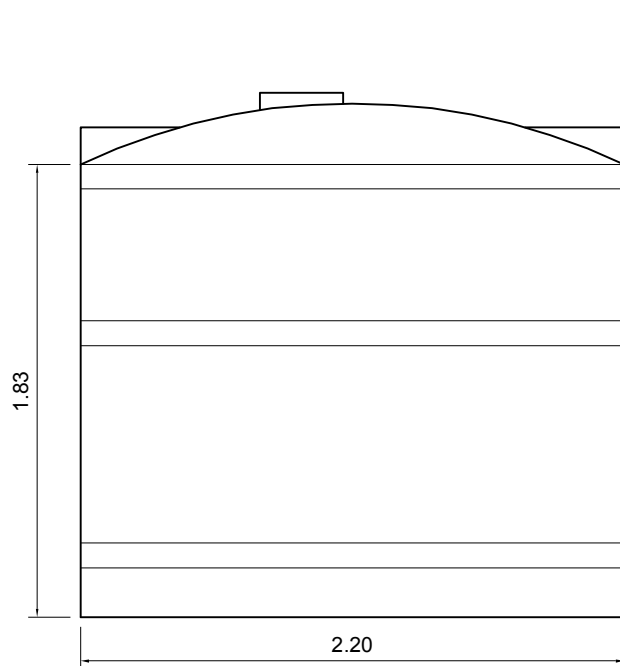
————— TERRENO NATURAL
 - - - - - PROYECCION DE TUBERIA

ESC HORIZONTAL 1:1000
 ESC VERTICAL 1:500

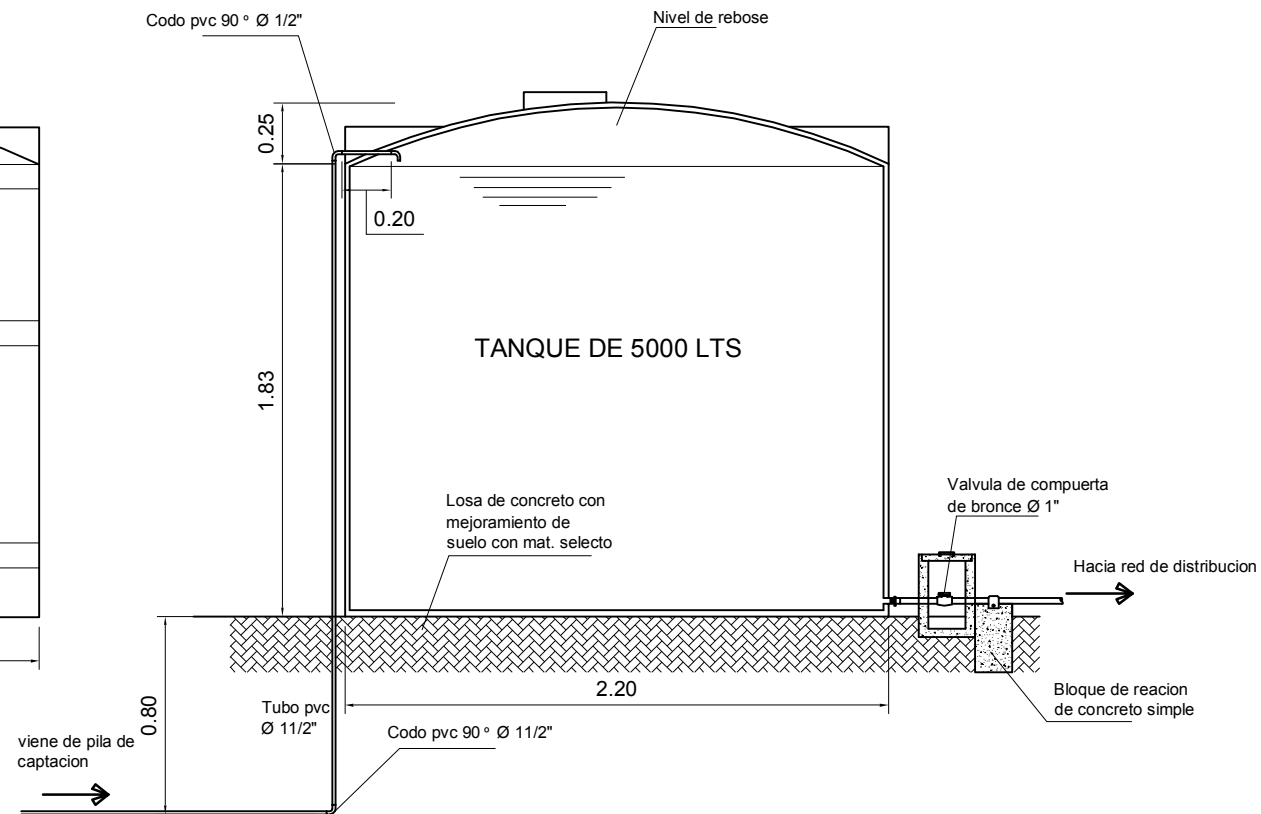
SECCION LOGITUDINAL



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



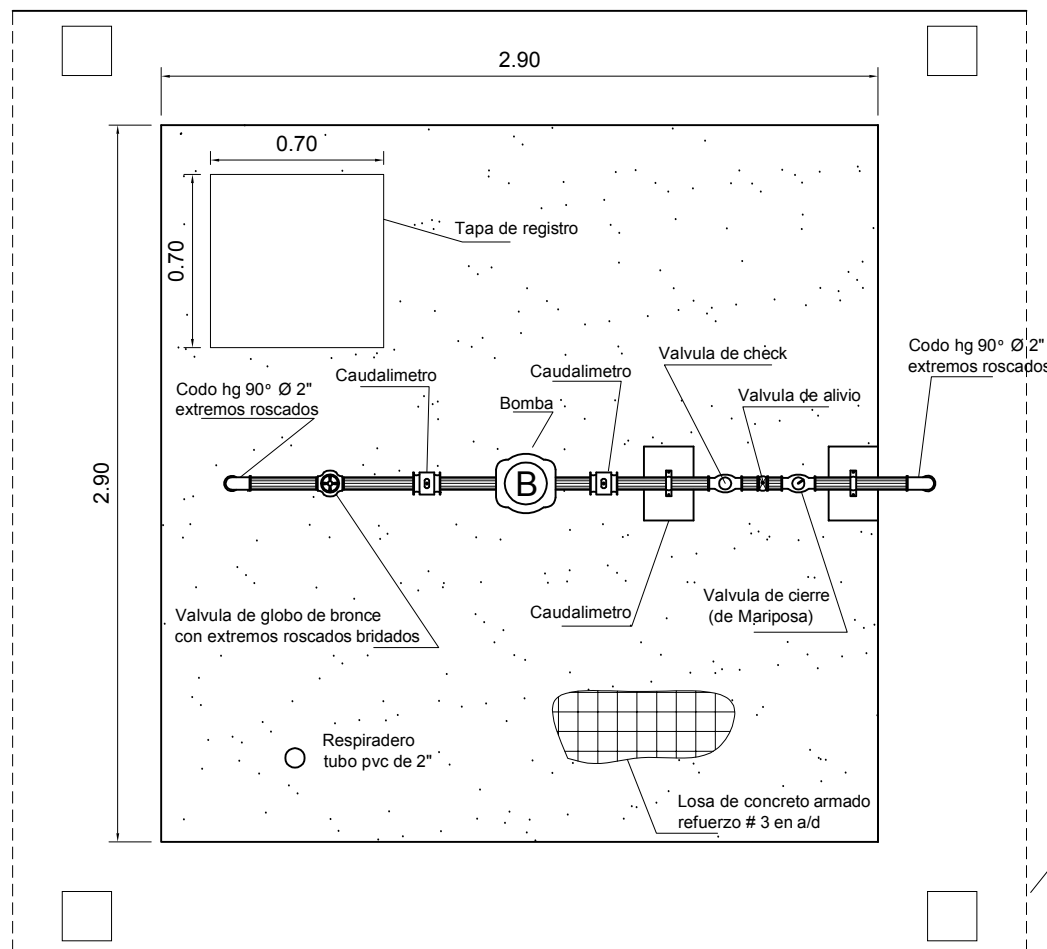
TANQUE DE 5,000 TLS



SECCION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESC-----1:25



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA



NOTA:
Para proteger la bomba del intemperismo se construira un techo a dos aguas con columnas de concreto de 0.2 x 0.2, estructura de techo de madera y lamina de zinc cal. 28 std.

PLANTA DE PILA DE CAPTACION
ESC-----1:25



LIDER EN CIENCIA
Y TECNOLOGIA